

Ervi Eduardo de León Olayo  
Héctor Ovidio Ortega Montes de Oca  
Erwin Baldomero Quiná Gómez

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTE  
SOBRE EL RÍO EL PITAL ENTRE ALDEAS IRAYOL Y SANTA BÁRBARA,  
SANTA MARÍA IXHUATÁN, SANTA ROSA.



Asesor General Metodológico:  
Ingeniero Carlos Alberto Pérez Estrada

Universidad Rural De Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2020.

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTE  
SOBRE EL RÍO EL PITAL ENTRE ALDEAS IRAYOL Y SANTA BÁRBARA,  
SANTA MARÍA IXHUATÁN, SANTA ROSA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:  
Ervi Eduardo de León Olayo  
Héctor Ovidio Ortega Montes de Oca  
Erwin Baldomero Quiná Gómez

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciados  
en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural De Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2020.

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTE  
SOBRE EL RÍO EL PITAL ENTRE ALDEAS IRAYOL Y SANTA BÁRBARA,  
SANTA MARÍA IXHUATÁN, SANTA ROSA.



Rector de la Universidad:  
Doctor Fidel Reyes Lee  
Secretaria de la Universidad:  
Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos  
Decano de la Facultad de Ingeniería:  
Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural De Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2020.

Esta tesis fue presentada por los autores, previo a obtener el título universitario de Licenciados en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

## **Dedicatoria a:**

- DIOS** Ser supremo, orientador, todopoderoso, pues todo lo que soy y lo que puedo ser, lo debo solo a él y a él sea la honra, el honor, el poder y la gloria, por los siglos de los siglos amén.
- MIS PADRES** María Graciela Montes de Oca Molina y Héctor de Jesús Ortega González –QEPD- en su memoria. Por ser ejemplo de valor, honestidad y respeto, como muestra de mi amor y porque su bendición me cubra todos los días de mi vida, gracias por sus bendiciones y palabras de aliento.
- MI ESPOSA** Beatriz González con todo cariño y amor, por su dedicación y apoyo para llevar a cabo este proyecto tan importante en mi vida.
- MI HIJAS** Evelin Ortega y Frida González con todo mi amor, que mi logro abra una brecha que oriente sus horizontes en la vida profesional.
- MIS HERMANOS** Gloria Leticia Ortega Montes de Oca, Mirna Guadalupe Ortega Montes de Oca, Fredy Ortega Montes de Oca y Victor Rixtún, que mi logro sea compartido con ustedes y gracias por su apoyo.
- MIS CUÑADOS** Con cariño especial.
- MIS SOBRINOS** Con todo mi cariño.
- MI FAMILIA** Este triunfo también es de ustedes.
- MIS AMIGOS** Por apoyarme siempre y acompañarme en este camino de lucha y esfuerzo que hoy se ven coronados con nuestros logros.
- MI PUEBLO** Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, pedacito de tierra que me vio nacer.

**Héctor Ovidio Ortega Montes de Oca**

## **Agradecimientos a:**

Universidad Rural de Guatemala

Por permitir mi formación en el ámbito profesional.

Liceo Antigüeño

Gloriosa casa de estudios donde formé los mejores años de mi vida, símbolo de orgullo Antigüeño.

Grupo COMOVISA

Por la oportunidad de desempeñarme profesionalmente y aprender de la experiencia.

Catedráticos Universitarios

Por su apoyo, enseñanzas, acompañamiento, consejos, tiempo compartido y amistad.

Profesionales de COMOVISA

Por su amistad, apoyo y conocimientos compartidos que me fortalecen a diario como profesional por medio de la experiencia.

**Héctor Ovidio Ortega Montes de Oca**

## **Dedicatoria a:**

- DIOS** Por ser mi guía en los momentos más importantes de mi vida y quien me permite ser quien soy.
- MIS PADRES** María Fidelina Gómez Curruchich y José Ángel Quiná Icó QEPD, en su memoria.  
Por ser pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio y confianza que han puesto en mí.
- MIS HERMANOS** Ángel Orlando Quiná Gómez, Luis Alfredo Quiná Gómez, Delmy Floridalma Quiná Gómez, José Manuel Quiná Gómez, que mi logro sea compartido con ustedes y gracias por su apoyo.  
Mélvin Arnoldo Quiná Gómez QEPD, en su memoria.
- MIS AMIGOS** Por su apoyo y cariño.

**Erwin Baldomero Quiná Gómez**

## **Agradecimientos a:**

Universidad Rural de Guatemala

Casa de estudios, por permitir mi formación académica.

FAFIDESS

Agradecimiento especial a la Fundación FAFIDESS por permitirme formar parte de su equipo de trabajo, específicamente en el área de Vivienda de Interés Social – VIS -, aportando en gran manera al desarrollo de una vivienda digna, por medio de productos financieros sostenibles, que están dirigidos especialmente al Área rural de Guatemala.

**Erwin Baldomero Quiná Gómez**

## **Prólogo**

La presente propuesta fue elaborada como parte del Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala y es el resultado del informe final de trabajo de investigación, con base en lo cual se diseñó la “Propuesta de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhutatán, Santa Rosa”, previo a optar al título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado, donde se estableció como problema central el hecho de que la comunidad no cuenta con un puente de comunicación física sobre el río entre aldeas Irayol y Santa Bárbara.

Con el diseño de la propuesta y finalmente la ejecución del proyecto se persigue propiciar la locomoción peatonal y vehicular a nivel local; así como, la comercialización de la producción agrícola y por ende la calidad de vida y el desarrollo comunitario, coadyuvado por un programa de mantenimiento de infraestructura vial y un programa de fortalecimiento de la unidad ejecutora.

## **PRESENTACIÓN**

La presente propuesta es el resultado del informe final de trabajo de graduación, obtenido de la investigación efectuada en observancia a lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado.

Se elaboró el trabajo denominado “Propuesta de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa”, como aporte para solucionar la problemática identificada, ante la falta de infraestructura de comunicación vial para disminuir el número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital.

# ÍNDICE

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN .....	1
	I.1. Planteamiento del problema. ....	4
	I.2. Hipótesis. ....	5
	I.3. Objetivos.....	5
	I.3.1. General .....	5
	I.3.2. Específico .....	5
	I.4. Justificación. ....	6
	I.5. Metodología. ....	7
	I.5.1. Métodos. ....	7
	I.5.2. Técnicas.....	10
II.	MARCO TEÓRICO.....	12
	II.1. Aspectos conceptuales.....	12
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	42
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	53
	IV.1 Conclusiones.....	53
	IV.2 Recomendaciones .....	55
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1	Medición de profundidades.....	18
2	Medición de caudal por tiempo.....	19
3	Incremento de personas lesionadas .....	43
4	Incidencia de personas lesionadas en los últimos 5 años .....	44
5	Tipo de problemas o lesiones sufridas en los últimos 5 años .....	45
6	Razón de las lesiones o problemas.....	46
7	Acciones para resolver la problemática .....	47
8	Se cuenta con proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital.....	48
9	Realización de acciones para minimizar la incidencia de personas lesionadas .....	49
10	Existencia de propuesta de mantenimiento del puente El Pital .....	50
11	Viabilidad de ejecución de la propuesta.....	51
12	Acciones para establecer infraestructura y darle mantenimiento.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.	Ejemplo de medición de la profundidad del caudal .....	18

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1	Incremento de personas lesionadas .....	43
2	Incidencia de personas lesionadas en los últimos 5 años .....	44
3	Tipo de problemas o lesiones sufridas en los últimos 5 años .....	45
4	Razón de las lesiones o problemas .....	46
5	Acciones para resolver la problemática .....	47
6	Se cuenta con proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital .....	48
7	Realización de acciones para minimizar la incidencia de personas lesionadas .....	49
8	Existencia de propuesta de mantenimiento del puente El Pital .....	50
9	Viabilidad de ejecución de la propuesta .....	51
10	Acciones para establecer infraestructura y darle mantenimiento .....	52

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.	Puente de vigas.....	29
2.	Puente de arco .....	30
3.	Puente de estructura metálica.....	31
4.	Puente atirantado o suspendido por cables.....	32
5.	Puente voladizo o catiléver .....	33
6.	Puente colgante .....	35
7.	Esquema de cargas camión T3-S3 .....	41

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación fue desarrollada en el marco de lo establecido por el programa de graduación de la Universidad Rural de Guatemala, con base en lo cual se desarrolló la “Propuesta de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhucatán, Santa Rosa”, previo a optar al título de Ingeniero Civil en el grado académico de Licenciado de acuerdo a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como base el método del marco lógico, por medio del cual se pudo identificar como problema central el hecho de que la comunidad no cuenta con puente de comunicación física, formulándose la hipótesis de investigación “El incremento del número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhucatán, Santa Rosa, en los últimos 5 años, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de puente”.

El análisis de la problemática orientó a los investigadores a diseñar la presente propuesta que ofrece una solución factible, viable y de la manera más inmediata, por lo que se realizó la investigación, evaluándose aspectos tales como la ubicación, infraestructura y situación actual.

Se identificó como propósito fundamental la construcción de un puente, para minimizar el número de personas que han sufrido alguna lesión al atravesar el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, para transitar de manera individual o para comercializar sus productos agrícolas.

Por medio de la construcción del puente El Pital, se evitarán los accidentes ocasionados por la falta de dicha infraestructura en la comunidad, pues en los últimos cinco años, se identificó el aumento de peatones lesionados por el crecimiento del río a causa de las constantes lluvias en época de invierno.

Por lo que, fue necesario diseñar y ejecutar la propuesta que se describe a continuación:

Capítulo I, incluye el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos y justificación, se incluye la metodología con la que se llevó a cabo para la ejecución del proyecto, conjuntamente con los métodos y técnicas aplicadas en cada fase de desarrollo del documento, con base en lo cual se obtuvieron los datos para el análisis y la interpretación de los resultados, cuadros y gráficos.

En el capítulo II se desarrolló el marco teórico que incluye aspectos conceptuales; tales como, definiciones y normativa referente al tema investigado, se incluye la macro localización en donde se describe el departamento de Santa Rosa y en la micro localización se incluye información del municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

Se presentan en el capítulo III los cuadros y gráficos con los datos obtenidos de la investigación y finalmente, se realiza el análisis y la interpretación de los resultados recabados de los instrumentos de encuesta aplicados, con los que se comprueba la hipótesis de trabajo.

En el capítulo IV se presentan las conclusiones y recomendaciones, obtenidas del análisis realizado, seguidamente, se incluye la información bibliográfica de los documentos analizados en la investigación y con lo que se ampara el presente documento.

Finalmente, se incluyen en los anexos los instrumentos diseñados con base en la metodología del marco lógico, estos sirvieron de base para el diseño de la propuesta, entre estos se identifican el árbol de problemas, árbol de objetivos, cálculo de la muestra, coeficiente de correlación y ecuación de la línea recta, entre otros.

Como complemento fueron desarrollados tres resultados, orientados a subsanar la problemática identificada; que se describen a continuación:

**Resultado 1. Proyecto para la construcción del puente El Pital.**

Este resultado constituye el diseño para la construcción del puente sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, estimación del material necesario para el efecto y un presupuesto de los costos para su implementación.

**Resultado 2. Programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento.**

Describe el desarrollo de acciones para el establecimiento de señalización vial en áreas cercanas al puente El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa y diseño del mantenimiento a su infraestructura, estimación de recursos necesarios y un presupuesto de costos para su implementación, así como, beneficios que tendrá para la comunicación vial de la población de las comunidades de aldeas circunvecinas.

**Resultado 3. Programa de fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.**

Por medio de la ejecución de este resultado se espera fortalecer a la dependencia de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, que será la encargada de la administración del proyecto de la construcción del puente El Pital, con relación a la dotación de los recursos humanos por medio de la contratación de personal, aspectos administrativos y financieros necesarios para la ejecución del proyecto de construcción de su infraestructura, funcionamiento y mantenimiento.

## **I.1. Planteamiento del problema.**

Las aldeas y caseríos de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, cuentan únicamente con carreteras de terracería, en el área rural del municipio se encuentran localizadas aldea Santa Bárbara, El Pital y Irayol que son atravesadas por el río El Pital, lamentablemente no cuentan con la infraestructura necesaria que facilite la comunicación apropiada entre la aldea Santa Bárbara y aldea Irayol hacia el área urbana del municipio.

Ante la carencia de infraestructura que permita una adecuada locomoción entre las aldeas mencionadas, la población ha sufrido lesiones en repetidas ocasiones que afectan su integridad física, pues se dificulta el traslado de manera ágil para el desarrollo de actividades cotidianas, traslado de las mercaderías, determinadas por el excedente en la producción agrícola, donde se pueden mencionar la caficultura, maíz y frijol, principalmente.

En los últimos cinco años, a pesar de las múltiples solicitudes realizadas por la población organizada a la municipalidad para el establecimiento de un puente, las autoridades locales que han ocupado el poder municipal en los últimos dos periodos, han hecho caso omiso, por su falta de interés y concienciación al respecto de las necesidades más sentidas de la población.

El personal de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, entrevistado manifestó que no se ha contado con el presupuesto específico para la construcción de dicho puente, situación que incide directamente en la falta de infraestructura, que limita la locomoción de la población de las aldeas indicadas y no permite la comercialización de sus productos, situación que se traduce en escasos o nulos ingresos, por ende una baja calidad de vida y pocas oportunidades de desarrollo para la población.

## **I.2. Hipótesis.**

Con el apoyo del marco lógico, pudo desarrollarse la investigación al respecto del tránsito peatonal y vehicular limitado entre aldea Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, a raíz de lo cual se pudo establecer la hipótesis de trabajo siguiente:

“El incremento del número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, en los últimos 5 años, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de puente”.

## **I.3. Objetivos**

Se diseñaron los objetivos como orientación para el desarrollo de la investigación, estos orientan el ofrecimiento de una solución a la problemática identificada:

### **I.3.1. General**

Disminuir el número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital, ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

### **I.3.2. Específico**

1. Contar con un puente de comunicación física sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

#### **I.4. Justificación.**

En el municipio de Santa María Ixhuatán, se identificó la falta de propuestas para el establecimiento de infraestructura vial, en las principales rutas que comunican a la cabecera municipal con áreas urbanas, es necesario promover el interés de las autoridades locales para diseñar y ejecutar este tipo de proyectos, para dar cumplimiento al mandato que le atribuye el código municipal para dotar a la población municipal de los servicios básicos y en este caso, específicamente el tema de infraestructura de comunicación vial.

Se identifica como una situación urgente el hecho de diseñar un proyecto para la construcción de un puente sobre el río El Pital, que atraviesa territorio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, para ofrecer a la población de aldea Irayol, El Pital y Santa Bárbara, una vía de comunicación adecuada para la comercialización de productos agrícolas producidos en la región.

Con el objetivo de consolidar y ejecutar la propuesta es necesario, realizar una planificación previa y apegada al contexto del área; así como, identificar la fuente para asignar el presupuesto correspondiente para su ejecución; adicionalmente y posterior a su ejecución es necesario realizar evaluaciones periódicas de su funcionamiento, para replantear el manejo y posible necesidad de mantenimiento y garantizar la seguridad del área.

Para poder cumplir con lo anteriormente expuesto, es necesario que previamente se ejecute un programa de sensibilización dirigido a las actuales autoridades para dar a conocer el valor del área objeto de estudio y los beneficios que tendrá la construcción del puente, lo cual será de mucho beneficio a la población y del desarrollo local.

De no ejecutarse la propuesta de construcción del puente podrían incrementarse los accidentes que la población sufre por falta del puente, lo que puede desencadenar

lesiones físicas y la falta de oportunidades para la comercialización de sus productos agrícolas.

Por el contrario de ejecutarse la propuesta, será factible el tránsito entre las comunidades a nivel local y para la población que transita por la ruta, como una vía de comunicación alternativa, de tal manera que se mejorará la comercialización de los productos agrícolas, se incrementarán los ingresos, se mejorará el nivel de vida de la población de las comunidades Irayol, El Pital y Santa Bárbara por medio de la construcción de puente sobre el río El Pital, en el municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

### **I.5. Metodología.**

La investigación se realizó principalmente con la ayuda del método del marco lógico y con el apoyo del método científico, fueron elaborados el árbol de problemas y el árbol de objetivos, propuesta de resultados, cálculo de la muestra, coeficiente de correlación, ecuación de la línea recta, matriz de la estructura lógica y una estimación de costos para la ejecución de la propuesta, para todo ello se utilizó también, el análisis, síntesis, interpretación, estadística. Entre las técnicas utilizadas está la observación directa y la entrevista.

#### **I.5.1. Métodos.**

Para el desarrollo de cada una de las etapas los métodos utilizados variaron, se pudo identificar en la fase inicial la causa principal, el problema central y sus consecuencias o efectos generales, con base en lo cual pudo formularse la hipótesis, para lo cual se utilizó el método del marco lógico, método analítico, auxiliado por el método deductivo en todo momento.

Con el objetivo de comprobar la hipótesis se utilizó el método inductivo, apoyado por la estadística, análisis, síntesis e interpretación. Por lo que, se describe en lo sucesivo la manera en la que fueron utilizados estos métodos:

### **Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.**

#### **Método Marco Lógico.**

Esta fue la base que se utilizó para el desarrollo de la investigación, después de haber identificado la problemática, se pudo identificar la hipótesis y con el refuerzo de otros métodos pudo comprobarse. Fueron diseñados instrumentos valiosos que dieron respaldo a la investigación, entre éstos, el árbol de problemas, árbol de objetivos, matriz de la estructura lógica y cálculo de la muestra objeto de estudio.

La hipótesis identificada con base en la problemática analizada es la siguiente “El incremento del número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, en los últimos 5 años, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de puente”.

#### **Método Deductivo.**

Para la formulación de la hipótesis se utilizó este método, se identificó la problemática existente pues no se cuenta con puente de comunicación física sobre el río entre aldeas Irayol y Santa Bárbara. Posterior a lo cual se identificó la causa principal y las consecuencias que estas debilidades han generado en el área objeto de estudio.

#### **Método Analítico.**

Se observaron los datos recabados en la investigación inicial, estos se interpretaron para poder formular la hipótesis de trabajo y por medio del método analítico se

examinaron los accidentes que se producen a causa de la falta de puente sobre el río El Pital y las lesiones que estos generan en la población.

### **Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.**

Para comprobar la hipótesis el método que se utilizó fue el estadístico, pues posterior a su identificación y con el cálculo de la muestra se aplican los instrumentos de encuesta para recabar información, posteriormente se analizó e interpretó para poder concluir sobre la hipótesis identificada, también se utilizó el método inductivo, método analítico y el método sintético.

#### **Método estadístico.**

Se llevó a cabo la revisión de los datos obtenidos por medio de los materiales de encuesta, para luego ser interpretados y formular algunos criterios al respecto, con estos datos se pudo comprobar la hipótesis identificada, y permitió definir con mayor exactitud la situación del problema central.

#### **Método inductivo.**

Con la ayuda de este método se realizó un análisis la información obtenida de la investigación, se utilizó el procedimiento inductivo, el que finalmente fue la base para llegar a las conclusiones y posteriores recomendaciones al respecto del problema identificado, objeto de estudio.

#### **Método sintético.**

Fue utilizado para la interpretación de los datos obtenidos después de recabar la información contenida en las boletas, que fueron tabulados y que tuvieron como conclusión la comprobación de la hipótesis formulada. Posterior a la interpretación de la información y para obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación se utilizó el método sintético; que sirvió además para hacer

congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### **I.5.2. Técnicas.**

#### **Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis.**

Se describen a continuación las técnicas utilizadas para formular la hipótesis de investigación.

#### **Observación directa.**

Esta técnica se utilizó al realizar una visita de campo a la comunidad donde se encuentra localizado el río El Pital, en el municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, lugar donde se realizó una observación directa y se pudo conocer de su topografía quebrada, cobertura boscosa, área de paso vehicular y peatonal en mal estado, que es un sendero riesgoso para la población de las comunidades aledañas.

#### **Investigación documental.**

Se realizó una investigación documental en los archivos de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, para evidenciar el hecho de la existencia de alguna propuesta para realizar la construcción del puente del río El Pital.

#### **Entrevista.**

Se realizó una entrevista al inicio de la investigación, dirigida a la población que transitaba en el área objeto de estudio, para contextualizar y describir la problemática por la cual atraviesa la población, mientras que al respecto de la administración del área se realizó una entrevista a personal de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

### **Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.**

Las técnicas que se utilizaron para la comprobación de la hipótesis se especifican a continuación:

#### **Cálculo del tamaño de muestra.**

Se tomó como referencia la población del municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, referida por el INE como proyección para el año 2017 con un total de 22,483 personas, con base se realizó el cálculo de una muestra de la población para aplicar una boleta para la comprobación del efecto o consecuencia general, en donde se obtuvo como resultado la necesidad de aplicar 378 boletas.

Una segunda boleta fue diseñada para ser aplicada a personal administrativo y financiero de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, en donde se aplicó un censo por ser un número limitado de personas. Para el efecto fue diseñada una segunda boleta de entrevista, esta vez para comprobar la causa principal que generó el problema o variable independiente.

#### **Entrevista.**

Por medio de esta técnica pudieron aplicarse las boletas diseñadas, con preguntas clave para reflejar la información necesaria para respaldar la investigación y comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis formulada.

## **II. MARCO TEÓRICO.**

Se considera que esta sección es una de las más importantes cuando se desarrolla una investigación, puesto que los conceptos incluidos sirven para enmarcar, aclarar y respaldar la información obtenida en campo, ante la necesidad de construcción de puente sobre el río El Pital. De tal forma que este capítulo integra conceptos con definiciones y normativa legal, en los conocimientos del individuo que consulta el documento.

La investigación de campo y mediciones fueron desarrolladas en aldea El Pital, para la construcción del puente sobre el río con el mismo nombre, en el territorio del municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, por lo que también se describe en este capítulo.

### **II.1. Aspectos conceptuales**

Para mejor conocimiento de los términos incluidos en la presente investigación y propuesta, se incluye información al respecto del desarrollo de un proyecto de construcción de infraestructura de un puente, levantamiento topográfico, elaboración de planos para la construcción de un puente, mantenimiento de infraestructura y sus tipos; así como, desarrollo de estudios hidrológicos e hidráulicos

Se incluyen a continuación algunos conceptos y definiciones referentes al área de construcción que contribuirán para facilitar la comprensión de términos utilizados en la propuesta.

#### **II.1.1. Proyecto**

Tramo o tramos a los que se les deberá dar mantenimiento o efectuar mejoramiento, durante el tiempo contractual. Es decir que desde el punto de vista del establecimiento de infraestructura, se refiere al conjunto de planos y especificaciones, para la ejecución de una obra. (Ministerio de Comunicaciones, 2017)

## **Proyectos de infraestructura.**

Estos comprenden desde la construcción hasta el mejoramiento de carreteras, puentes, ferrovías, oleoductos, tendidos eléctricos, puertos, aeropuertos, represas e hidroeléctricas, entre otros. (IIRSA, 2011)

### **Descripción del proyecto**

El proyecto se refiere al diseño de un puente vehicular y peatonal entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, del municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa; situado sobre el río El Pital a una distancia de 15 kilómetros aproximados del casco urbano de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

El diseño del puente está enmarcado bajo las especificaciones dadas por la Asociación Americana de Carreteras del Estado y Transportes Oficiales –AASHTO- con una capacidad o soporte para un camión de dos ejes, con un peso total de 20 toneladas. El puente tendrá una longitud de 20 metros, un ancho de rodadura de 5.00 metros, compuesto por un carril de 4.50 metros de ancho; así también, tendrá una acera de 0.50 metros por lado y una baranda de 0.50 de alto, para el paso de peatones; el puente que incluye los estribos debe ser construido con concreto reforzado. (–AASHTO, s.f.)

### **Planos del proyecto**

Es el conjunto de representaciones graficas que figuran las plantas, perfiles, secciones transversales, dibujos suplementario o de ejecución y detalle, que deben ser aprobados por las autoridades competentes y muestren la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles del trabajo a ejecutarse. (Jiménez, s.f.)

Entre los tipos de planos están los topográficos, de localización, urbanización, trazo y nivelación.

## **II.1.2. Infraestructura**

Se considera la base técnica de los servicios e instalaciones que tiene un país para el desarrollo de actividades económicas y para responder a las necesidades de la población en cuanto a vivienda, agua potable, energía eléctrica y telecomunicaciones, alcantarillado y riego, movilización por medio de carreteras, ferrovías, puertos y aeropuertos. A este respecto y de acuerdo a opiniones de expertos; tanto la cantidad, como la calidad de la infraestructura cuentan, cuando se habla de promover el desarrollo económico y social. (Cámara Guatemalteca de la Construcción, 2017)

### **II.1.2.2. Mantenimiento y evaluación de puentes**

El mantenimiento de puentes y sus estructuras son actividades importantes cuando se terminó con la etapa de establecimiento de una estructura vial. La actividad de mantenimiento está orientada a la conservación de las condiciones adecuadas de la infraestructura.

#### **Clasificación del mantenimiento**

El mantenimiento de la infraestructura vial se clasifica en rutinario, periódico y emergente, estas pueden darse en función de las causas, gravedad de los daños, necesidad de rehabilitación y refuerzo. Si es por causa de daños, es importante conocer las razones que los generan. (Cámara Guatemalteca de la Construcción, 2017)

#### **Mantenimiento periódico**

También llamado actualización incluye las actividades que se realizan cada cierto periodo de tiempo, entre éstas pueden estar el ensanchamiento del rodamiento, ensanchamiento de la luz total, modificación de peraltes, lo anterior para mantener los niveles adecuados de servicio. Las acciones pueden ser manuales o mecánicas.

### **Mantenimiento rutinario**

Son actividades que se realizan de manera permanente con una frecuencia determinada mayormente por las condiciones climáticas, carga del tránsito, algunas veces sin necesidad de planos, pueden ser manuales o mecánicas, tales como labores de limpieza, eliminación de pequeños derrumbes, pintura y drenaje. (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, 2014)

### **Mantenimiento emergente**

Estas actividades se realizan cuando se presenta alguna emergencia, originada especialmente por condiciones hidrometeorológicas o por desastres naturales, tales como deslaves, derrumbes, sismos, huracanes o tormentas que pueden provocar crecidas en el caudal o bien accidentes provocados por los usuarios de la red vial.

### **Mejoramiento**

Es la ejecución de las obras necesarias para elevar el nivel o estado de la infraestructura por medio de actividades que significan la modificación sustancial de la estructura. (Cámara Guatemalteca de la Construcción, 2017)

### **Reconstrucción**

Se realiza en los casos donde la estructura colapsa de manera total, o en los casos en los cuales la implementación de las acciones mencionadas previamente resulta más cara que su reemplazo por una obra nueva.

### **Rehabilitación**

Realización de obras para restablecer a la infraestructura sus características originales y adecuarla para un nuevo periodo de servicio; estas pueden ser reparación del pavimento, puentes, túneles, obras de drenaje, entre otros casos.

### **II.1.3. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico permite conocer las características físicas del lugar en donde se ubicará la estructura, por medio del trazo de mapas o planos de un área, donde se pueden identificar características físicas tales como ríos, caminos, bosques, formaciones rocosas o canales de alimentación de agua; así también, las diferencias de altura de los relieves, llanuras, valles, colinas o pendientes que constituyen el perfil vertical. (FAO, s.f.)

El objetivo del primer tipo de levantamiento topográfico es establecer la posición de un punto específico sobre el plano horizontal, por lo que se miden las distancias horizontales y las direcciones, se usa la planimetría, mientras que el segundo tipo se refiere a la determinación de la altura sobre el plano vertical de determinados puntos con referencia al plano horizontal, por lo que se mide la distancia horizontal y la diferencia de altura. Si fuera necesario se deben trazar curvas a nivel. (FAO, s.f.)

Para respaldar la propuesta se efectuó un levantamiento topográfico 25 metros aguas arriba y 25 metros aguas abajo, a partir del punto donde se propone que se ubique la estructura del puente. Se realizó trabajo de campo para observar el comportamiento del río y realizar el aforo; así como, identificar el tránsito vehicular y peatonal.

#### **Plano topográfico**

Representación gráfica pormenorizada a escala de una extensión de terreno. (FAO, s.f. )

#### **Replanteo topográfico**

Es la materialización en el espacio de los puntos que definen geoméricamente un proyecto. (Universidad Politécnica de Madrid)

Acción de trazar y/o controlar en el terreno un proyecto antes, durante y después de su ejecución y cuantas veces sea necesario.

#### **II.1.4. Estudio hidrológico e hidráulico**

Son estudios técnicos importantes para la construcción de proyectos ubicados sobre cuerpos de agua, estos propician el reconocimiento de corrientes máximas de agua a través del estudio del terreno. (Navarrete, 2015)

Se consideró importante conocer el comportamiento del río El Pital, por donde puede atravesar la estructura del puente; con el objetivo de proponer el diseño que sea más conveniente, por lo que fue necesario estimar la altura a la que se construirá en 1.42 metros, para evitar que alguna crecida pueda afectar o deteriorar la estructura del mismo, pues su caudal se puede incrementar en la época de invierno.

##### **II.1.4.1. Medición del caudal de un río con el método del flotador**

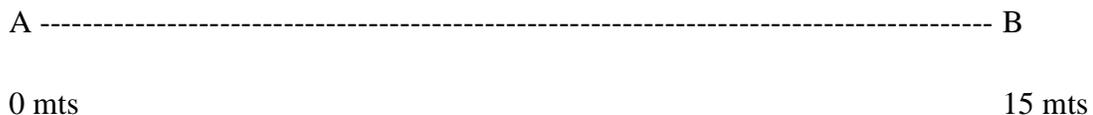
Se incluye a continuación un ejemplo de cómo se realiza la medición del caudal de un río con el método del flotador y sus diferentes pasos, con base en la experiencia real de estimación del caudal del río El Pital en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

##### **Primer paso -Seleccionar el lugar adecuado.**

Fue seleccionado un tramo del río El Pital, considerado el más uniforme pues no se evidenciaron piedras grandes que pudieran obstaculizar el recorrido del flotador, sin troncos, en el que el agua pudiera fluir libremente sin turbulencias ni impedimentos.

##### **Segundo paso -Medir la longitud del tramo del río.**

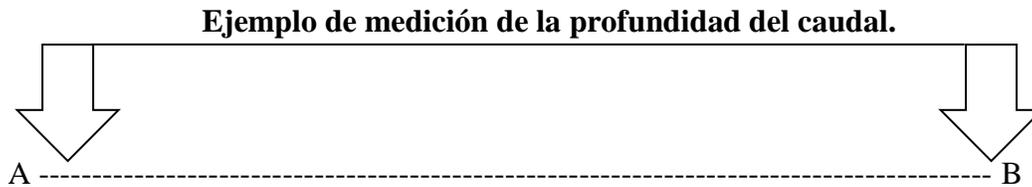
En el tramo seleccionado se ubicaron dos puntos, A fue el punto de inicio y B el punto final y la distancia fue determinada en 15 metros, donde se hicieron mediciones a cada 5 metros, las que totalizaron 3 mediciones.



**Tercer paso -Seccionar el río.**

Se seccionó la longitud del río El Pital a cada 5 metros y se colocaron estacas en el margen del río en ambos lados para identificar o seccionar, mediante un cordel se unirá estos dos puntos.

**Figura 1**



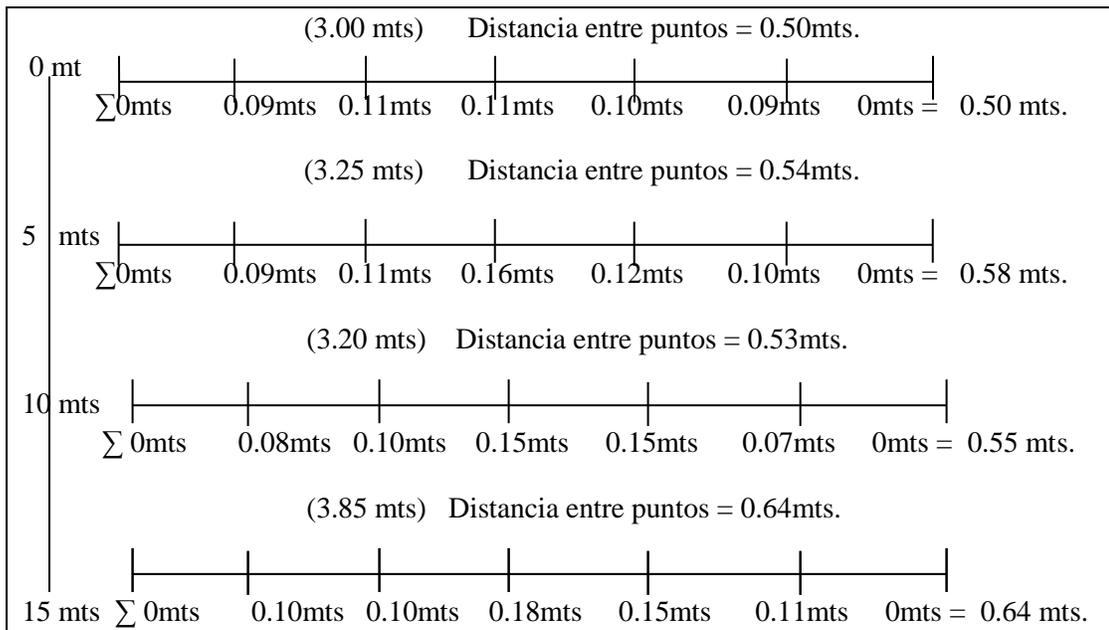
Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Cuarto paso-Medir la altura de cada sección del río**

Este consistió en dividir el ancho del río en partes, en este caso de acuerdo al ancho del río, y se midió la profundidad en cada punto para luego calcular el promedio.

**Cuadro 1**

**Medición de profundidades.**



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

Total promedio =  $0.50 + 0.58 + 0.55 + 0.64 = 2.27$  metros de profundidad

Promedio de profundidad =  $2.27 / 4 = 0.5675$  metros de profundidad

Profundidad total 0.57 metros

**Quinto paso - Medir tiempo promedio del flotador.**

Se colocó una persona en el punto A con el flotador y otra en el punto B con el cronómetro. Se midió el tiempo del recorrido del flotador del punto A al punto B. Se repitió la medición en 3 oportunidades y se sacó el promedio del recorrido.

**Cuadro 2**  
**Medición de caudal por tiempo.**

Medición 1		Medición 2		Medición 3	
Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo
A	0mts. 0 seg.	0mts. 0 seg.	0mts. 0 seg.	0mts. 0 seg.	0mts. 0 seg.
	5mts. 14.11seg	5mts. 10.70seg	5mts. 10.86seg	5mts. 10.86seg	
	10mts. 13.91seg	10mts. 14.35seg	10mts. 12.24seg	10mts. 12.24seg	
B	15mts. 19.30seg	15mts. 18.32seg	15mts. 10.86seg	15mts. 10.86seg	
Total 47.32 seg		Total 43.37 seg		Total 33.96 seg	

Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

Sumatoria totales de tiempos de medición  $47.32 + 43.37 + 33.96 = 124.65$  seg.

Promedio de tiempos  $124.65 / 3 = 41.55$  segundos

Velocidad promedio 41.55 segundos (Tiempo que tarda el flotador en recorrer del punto A al punto B)

Volumen total 0.26 metros de profundidad promedio

Formula cálculo del caudal

$$Q = V/T$$

Reemplazo de fórmula

$$Q = 41.55 / 0.26 = 159.81 \text{ m/s}$$

Conversión

$$159.81 \text{ m}^3 / 1000 \text{ lts} = 0.16 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro total del caudal del río El Pital es de  $0.16 \text{ m}^3/\text{s}$

### **Intensidad de la lluvia**

En Santa María Ixhuatán se registra una precipitación anual que va desde 1500 a 2,000 milímetros anuales, se evidencia una zona de vida de bosque húmedo subtropical (templado) (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala –, 2003)

### **II.1.5. Áreas de trabajo**

Es la superficie de terreno ubicada dentro de un perímetro donde se efectúa una obra y sus instalaciones complementarias tales como: almacenes, canteras, accesos, depósitos de material excedente, plantas de producción de materiales, entre otros. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)

#### **Acceso**

Se refiere al área de ingreso y/o salida en una instalación u obra de infraestructura vial.

#### **Acera o banquetta**

Es la orilla de la calle, generalmente enlosada, reservada a los transeúntes. También orilla de otra vía pública, paralela a las casas. (IMPLAN, 2014)

### **Alcantarilla**

Es una estructura que permite el paso al agua por debajo de una carretera o canal subterráneo que a lo largo de las calles recibe las aguas sucias y desagües domiciliarios e industriales en una localidad; así como, las aguas de lluvia; ésta desemboca en un drenaje o en un cuerpo de agua menor. (IMPLAN, 2014)

### **Camino**

Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, que llevan a las personas de un lugar a otro, escogidos en función de la distancia, tiempo y condiciones. (IMPLAN, 2014)

### **Camino de herradura**

Vía terrestre para el tránsito de peatones y animales.

### **Carretera**

Camino público, ancho y espacioso, pavimentado y dispuesto para el tránsito de vehículos. (Real Academia de la Lengua Española, 2018)

### **Rampa**

1. f. Plano inclinado dispuesto para subir y bajar por él/2. f. Terreno en pendiente. Ramal de intercambio con pendiente, destinado a empalmar una vía con otra a Niveles diferentes. (Real Academia de la Lengua Española, 2018)

### **Especificaciones de señalización**

En las intersecciones la señalización es mayor que en los tramos de calle, debido a que el uso de éstas es más frecuente, pues clasifica a los vehículos por el área de rodamiento y a los peatones en la banqueta.

### **Especificaciones de iluminación.**

De acuerdo a (IMPLAN, 2014), es importante la iluminación para garantizar una adecuada visión, precisa y confortable durante la noche en los espacios públicos, para permitir la toma de decisiones de movilización y el tránsito peatonal, por lo que se mejora la seguridad vial de los transeúntes.

Por lo regular la iluminación se ubica en postes de entre 4 y 6 metros de altura, de acuerdo al área que es necesario iluminar. Así también, se sugiere establecer iluminación para los peatones a una altura de entre 1.5 a 4 metros.

Cuando se planifican las características de la iluminación adecuada es necesario considerar lo siguiente:

1. Eficiencia energética de la luz, o lámparas con tecnología ahorradora, ya sean lámparas LED, solares o energéticamente eficientes.
2. Reducción de contaminación lumínica, refiriéndose a iluminación que evite alumbrar hacia arriba y reducir la iluminación,
3. La intensidad lumínica, debe ser como mínimo de 100 V para asegurar la comodidad y seguridad de los peatones.
4. La iluminación debe ubicarse en la zona de mayor movilidad, para que sea segura y que no limite el paso peatonal, ni se convierta en un obstáculo que dificulte transitar.

### **Superficie de rodamiento.**

Se refiere al espacio que está destinado para permitir la circulación vehicular, por lo que debe estar construida con materiales resistentes que puede ser concreto asfáltico o concreto hidráulicos, debe estar colocada sobre bases y sub-bases de calidad, pues es de considerar que van a soportar el peso de los vehículos que transiten sobre ella. (IMPLAN, 2014)

## **Urbanismo**

Es la disciplina que tiene como elemento de estudio el estudio de las ciudades, desde una perspectiva holística enfrenta la responsabilidad de estudiar y ordenar los sistemas urbanos. (Kluwer, s.f.)

### **Zona de flujo peatonal**

Es el área destinada para el paso de los peatones, ésta debe ser un área libre de obstáculos, con una superficie plana para facilitar el desplazamiento del peatón, por lo regular es ancho para permitir la circulación de las personas circulen a diferentes velocidades. (IMPLAN, 2014)

### **Zona de flujo vehicular**

Es la superficie de rodamiento o el espacio de la calle reservado para el paso de todo tipo de vehículos, entre estos una bicicleta, motocicleta, automóviles, autobuses y camiones de carga. (IMPLAN, 2014)

## **II.1.6. Materiales de construcción y propiedades**

### **Afirmado**

Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables. (IMPLAN, 2014)

### **Aglomerante**

Material capaz de unir partículas de material inerte por efectos físicos o transformaciones químicas o ambas. (Quispe K. , 2016)

### **Agregado**

Es un material de tipo granular de composición mineralógica como arena, grava, desechos o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños. (AASHTO, s.f.)

### **Densidad**

Se refiere a la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo determinado, es algo así como la concentración de un material. (EcuRed, s.f.)

### **Durabilidad**

Propiedad de un material o mezcla para resistir desintegración por efectos mecánicos, ambientales o de tráfico. Los efectos ambientales se refieren a la presencia de agua, congelación y hielo. (AASHTO, s.f.)

### **Muro**

Estructura destinada a garantizar la estabilidad de los elementos que constituye la vía, según su función, se denominan: de contención, sostenimiento, encauzamiento y otros. (Revista ARQHYS, 2012)

### **Materia orgánica**

Compuesta por material orgánico vivo o muerto; como raíces de plantas, bacterias, lombrices de tierra, algas, hongos, restos en descomposición de hojarasca, madera y estiércol. (FAO, s.f.)

### **Tolerancias**

Son las variaciones permisibles en más o en menos que las especificaciones generales y/o las disposiciones especiales establezcan para cada trabajo. (IMH, s.f.)

## **II.1.7. Recursos necesarios para la ejecución de obras**

### **II.1.7.1. Recursos humanos**

#### **Delegado Residente**

El Ingeniero Civil colegiado activo, que representa a la parte contratante en la obra que hubiere sido asignado y/o contratado y que tiene a su cargo la supervisión de la obra, los asuntos técnicos y administrativos relacionados con la ejecución del trabajo contratado. Depende directamente del Ingeniero. (Martínez, 2004)

#### **Ingeniero**

Se le llama así al profesional Ingeniero Civil colegiado activo, que está encargado de las supervisiones de obras, en una obra de infraestructura.

#### **Ingeniero Auxiliar**

Es el Ingeniero Civil colegiado activo, quien desempeña las funciones que le asignen el Delegado Residente y quien los sustituye en caso de ausencia en la supervisión de obras de infraestructura.

#### **Supervisor de obra**

Se refiere a la persona natural o jurídica que presta el servicio de supervisión técnica y control administrativo de los trabajos del proyecto u obra, para que los procesos se realicen con la mayor calidad y en el tiempo establecido.

### **II.1.7.2. Recursos materiales.**

#### **Cuaderno o bitácora de obra**

Documento que, debidamente foliado se abre al inicio de toda obra y en el que el Inspector o Supervisor y el residente de obra anotan las ocurrencias, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas y sucesos diarios. (Brito, 2017)

## **Mineral**

Sustancia inorgánica que se halla en la superficie o en las diversas capas de la corteza a terrestre. (Real Academia de la Lengua Española, 2018).

## **Mortero**

Conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante y agua, que puede contener además algún aditivo. (Real Academia de la Lengua Española, 2018).

## **Pavimento**

El tipo de pavimento que se utilice para la construcción del puente puede incidir en la velocidad del tránsito, por lo que se recomienda el establecimiento de pavimento corrugado pues esto produce una vibración y en consecuencia la reducción en la velocidad que favorece la seguridad del peatón. Podría instalarse vibradores a 4 metros previo al cruce de personas para inducir una baja en la velocidad por parte de los vehículos. (IMPLAN, 2014)

### **II.1.8. Recursos naturales**

Son los elementos naturales que produce el medio ambiente, tales como tierra, agua, aire, flora y fauna, pueden utilizarse en beneficio del hombre, estos se clasifican en renovables y no renovables.

#### **II.1.8.1 Tipos de recursos naturales**

##### **Recursos renovables**

Se llaman recursos renovables a los recursos que no se agotan al ser utilizados, pues son regenerados más rápido de lo que son utilizados, entre estos se pueden mencionar el agua, flora y fauna. (ECURED, sf)

## **Recursos no renovables**

Estos son los recursos que pueden dejar de producirse o regenerarse, si la medida en la que se usan es mayor a la medida de su generación, por lo que se deben realizar acciones para consumirlos de manera moderada o racional, por ejemplo el suelo, sus minerales y el petróleo.

### **II.1.8.2. Efectos sobre los recursos naturales y acciones para contrarrestarlo.**

#### **Erosión**

Desgaste producido por efecto del agua en la superficie de rodadura o en otros elementos de la carretera, generado por el arrastre de los materiales del suelo por influencia del aire o agua. (Wildner, s.f.)

#### **Escorrentía**

Ocurre al igual que la erosión por la porosidad del suelo, es el arrastre de las partículas de suelo por agua de la lluvia que discurre por la superficie del terreno. (FAO, s.f.)

#### **Estabilización de suelos**

Es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en las superficies de rodadura o capas inferiores de la carretera, y son conocidas como suelo cemento, suelo cal y otros diversos. (Quispe K. , 2016)

#### **Manejo**

Serie de estrategias tácticas que ejecutan las políticas y objetivos de las áreas protegidas y no protegidas, o de poblaciones o ecosistemas en general, con fines de conservación. (FAO, s.f.)

## **II.1.9. Puentes**

Un puente se define como una estructura empleada para el paso sobre accidentes geográficos como un río, un cañón, un valle, una carretera, un canal u otro obstáculo físico donde una carretera no sería funcional debido a la geografía del terreno. El diseño de cada puente variará de acuerdo a su función específica y a la naturaleza del terreno sobre el cual se construirá. (Encyclopædia Britannica, Inc., 2019)

### **II.1.9.1. Tipos de puentes**

De acuerdo a la región o país según (Pineda, 2008), los nombres de los tipos de puentes varían. Generalmente se clasifican de la siguiente manera:

- Por su tipología o forma de la estructura,
- Por el empleo de materiales para su construcción,
- Por su uso.

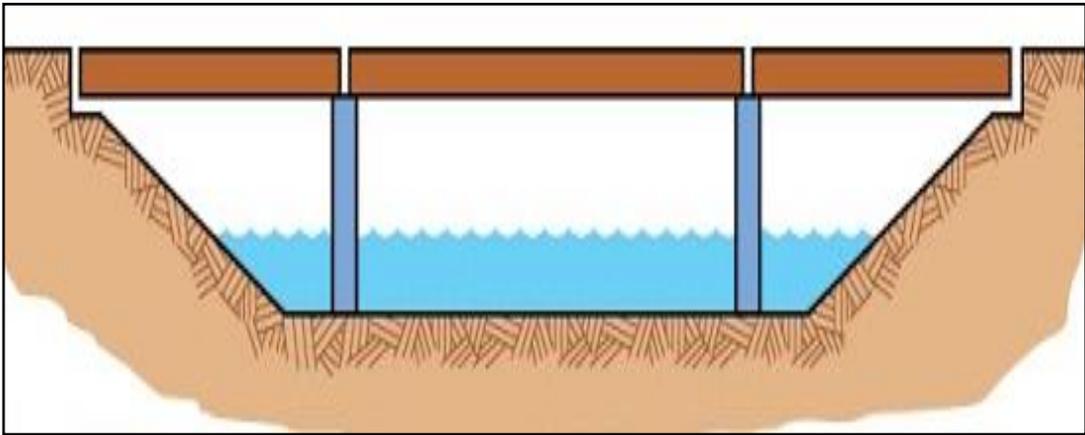
#### **II.1.9.1.1. Por su tipología o forma de la estructura**

##### **Puente tipo viga**

Este tipo de puente está conformado por varios de estos elementos, los cuales se instalan paralelos unos con otros y en algunos casos perpendicularmente u abarca toda la sección transversal del elemento. Estas vigas pueden ser construidas de concreto pretensado o de acero con vigas tipo I, H y WF con normas ASTM A 6, A 36 y A 572 aplicadas en Guatemala.

Para puentes con longitud de tramo comprendida entre los 20 y 25 m se emplea el uso de vigas de concreto armado o acero, pero para longitudes mayores las vigas deben ser compuestas. El uso de vigas de concreto pretensado, con sección “I” se le atribuye a puentes con longitudes de hasta 48 m.

**Imagen 1**  
**Puente de vigas**



Fuente: (Encyclopædia Britannica, Inc., 2019)

### **Puente tipo arco**

Este puente tiene como principio estructural el empleo de la técnica del arco, ya que este elemento trabaja a compresión, encargándose de transferir el peso propio del puente y demás cargas hacia los apoyos situados en los extremos, las cuales se transforman en un empuje horizontal y una carga vertical. Los puentes de arco se adecúan de buena manera a terrenos donde los cimientos ofrecen una buena resistencia al empuje horizontal sin producir un corte. (-COCOA-, 2018)

Estos puentes originalmente eran de piedra y fueron empleados en antiguas civilizaciones, principalmente por los griegos, a quienes se les atribuye el origen de los mismos. Años después los romanos perfeccionaron la técnica debido a que emplearon una mezcla de cemento, la cual aumentó considerablemente la resistencia y es posible corroborar la misma debido a que algunos de esos puentes antiguos están en pie hasta el día de hoy.

Los puentes más usados por los romanos fueron los de arco de medio punto, que consistían en que su forma fuera un medio círculo; pero también se emplearon para

longitudes mayores figuras como el elipse. El puente de “Río Dulce” ubicado en el departamento de Izabal es un claro ejemplo de este tipo.

### **Ventajas**

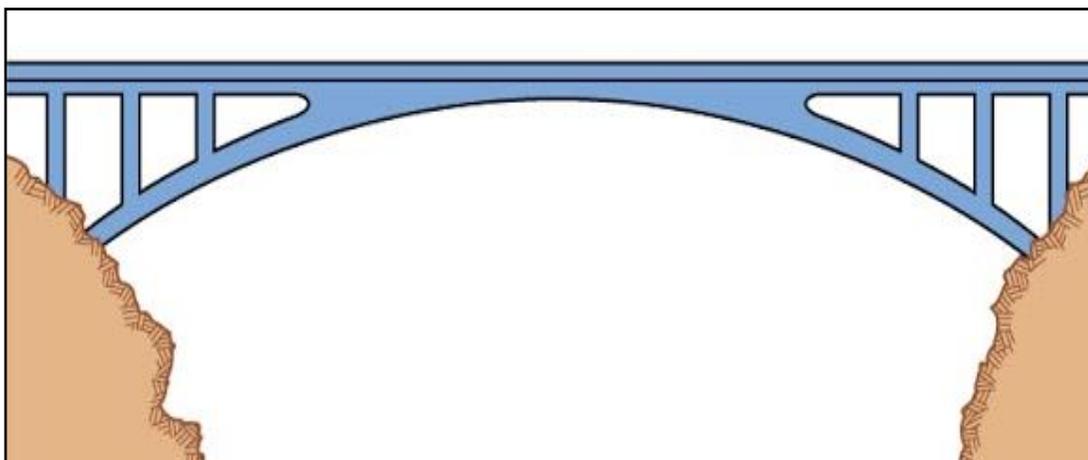
Entre las ventajas y desventajas de los puentes de arco se pueden mencionar:

- Permiten el empleo de materiales nativos como la piedra, cemento, materiales de relleno, concreto simple (no armado), ladrillo, etc. A partir del siglo XIX se empezó a utilizar el hierro donde se originó el término concreto armado.
- Se adecúan de buena manera en lugares donde el suelo en combinación con los cimientos ofrecen una buena resistencia al empuje horizontal.

### **Desventajas**

- Como bien se sabe, la piedra soporta muy bien los esfuerzos de compresión, pero con los esfuerzos de tracción es muy débil, por lo tanto estos puentes se diseñan únicamente para trabajar con el primer esfuerzo.

**Imagen 2**  
**Puente de arco**



Fuente: (Encyclopædia Britannica, Inc., 2019).

### **Puente de estructura metálica**

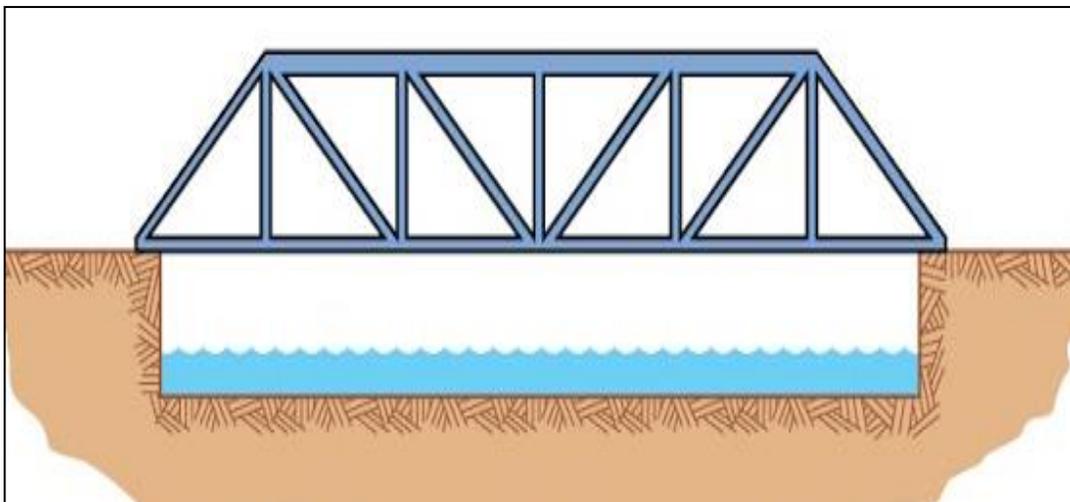
La introducción del uso del hierro transformó de gran manera la industria de la construcción en general, donde se incluyen los puentes. Este material ofreció desde un principio una variedad de ventajas sobre los materiales de la época, es por ello que su desarrollo creció significativamente en poco tiempo, dándole un gran impulso a la construcción de estructuras metálicas, las cuales superaron en dimensiones a las estructuras construidas anteriormente. (Pineda, 2008)

El hierro que se utiliza en la actualidad no es el mismo que se utilizó en un principio, ya que a través de la tecnología en base a pruebas, cálculos y simulaciones, se han logrado perfeccionar en gran medida sus propiedades y resistencia a varios esfuerzos.

El hierro fundido fue el más utilizado para la construcción de puentes, éste ya ha sido sustituido en la actualidad con el acero estructural. Un claro ejemplo de este tipo de puentes son los del tipo “Bailey”.

#### **Imagen 3**

#### **Puente de estructura metálica**



Fuente: Encyclopædia Británica, Inc., 2012.

### **Puente atirantado o suspendido por cables**

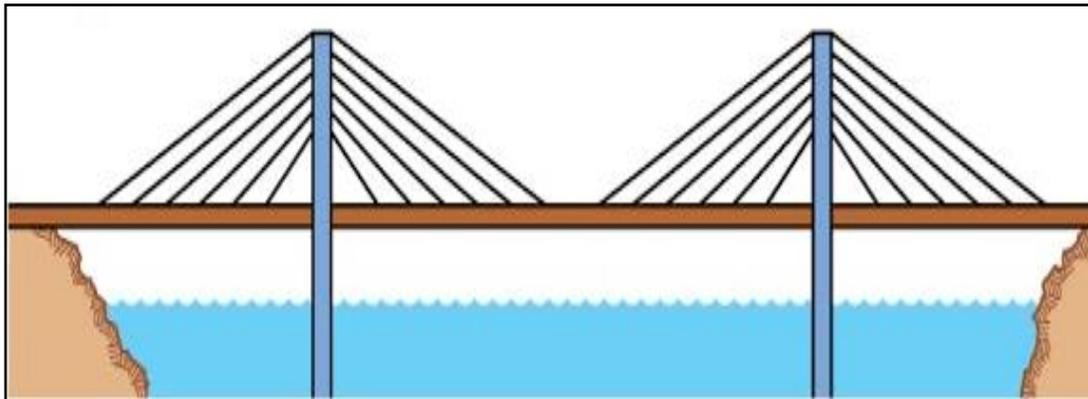
Este tipo de puente para su funcionamiento emplea el uso de cables de soporte vertical para sostener el peso de vía de comunicación y el tráfico, éstos cables están conectados por un medio mecánico directo a una o varias torres. Un claro ejemplo de puente colgante es el Golden Gate Bridge en San Francisco, Estados Unidos. (-COCOA-, 2018)

Entre algunas características de los puentes atirantados se pueden mencionar:

- En su longitud puede tener una, dos o más torres y ser simétricas, de donde se sujeta mediante cables todo el vano principal entre torres.
- Su estructura consiste en tener muchos cables muy cercanos, o pocos cables muy separados, esto se determinará con el diámetro de los tirantes a utilizar.

**Imagen 4**

**Puente atirantado o suspendido por cables**



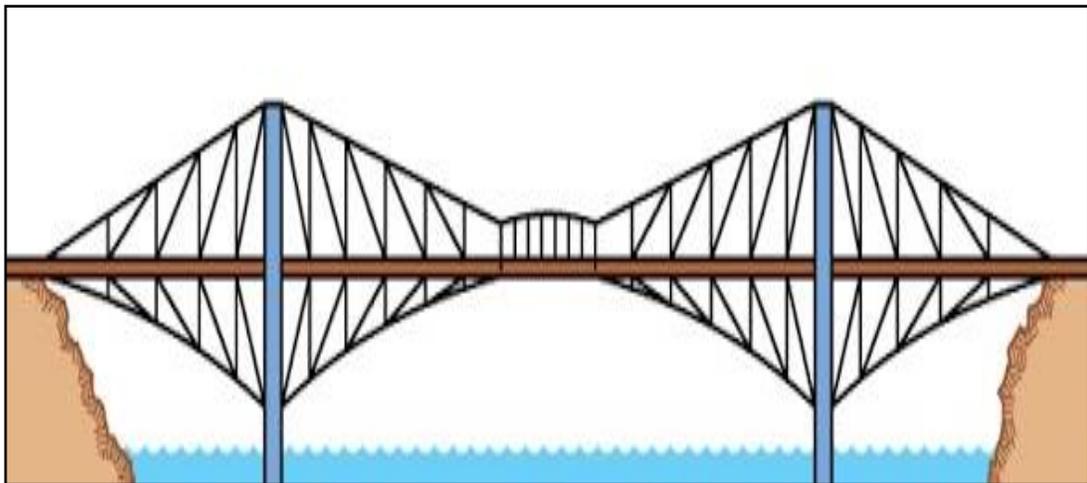
Fuente: Encyclopædia Británica, Inc., 2012.

### **Puente voladizo o cantiléver**

A simple vista son similares a los puentes tipo arco, pero la gran diferencia de los tipo voladizo es que no soportan su carga a través de los soportes verticales sino a través

de elementos secundarios en la estructura principal denominados “arriostramientos diagonales”. En la estructura de estos puentes es muy común el empleo de la formación de “Truss”, la cual consiste en la unión de módulos y tramos horizontales y verticales conformando estructuras más complejas, tanto en la parte inferior como la superior del mismo, Ejemplo de puente voladizo es el puente de Queensboro en la ciudad de Nueva York. . (-COCOA-, 2018)

**Imagen 5**  
**Puente voladizo o cantiléver**



Fuente: Encyclopædia Britannica, Inc., 2012.

### **Puente colgante**

Este tipo de puente está constituido por un arco invertido y unido mecánicamente a una torre en ambos extremos, el cual está formado por una cantidad previamente definida de cables de acero, del cual se suspende una o varias vías de comunicación ya sea vehicular, peatonales o mixtas. Los esfuerzos que más se aplican a este tipo de puentes son los de tracción principales en los cables y de compresión en las torres. (-COCOA-, 2018)

Actualmente este tipo de puentes se utilizan principalmente para conectar grandes longitudes, aunque existen algunas raras excepciones, todos poseen tablero metálico.

De acuerdo a (Pineda, 2008), las partes principales de estos puentes son:

a) El cable: que es un elemento flexible, el cual no tiene rigidez y resiste flexiones. Al aplicarle fuerzas, tomará la forma necesaria y se producirá en el cierta elongación para que resista los esfuerzos axiales de tensión; de lo contrario el cable se rompería.

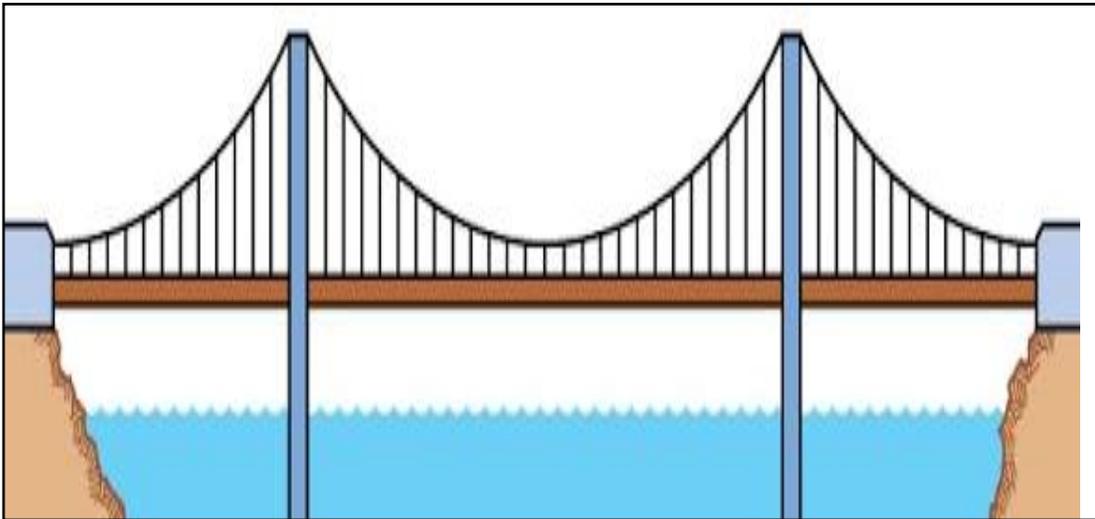
b) Colgante: es el elemento que se utiliza para cubrir el vano entre dos torres. La operación de la instalación, sujeción y tensión del colgante es considerada como la más complicada en la construcción de los puentes colgantes.

Los componentes típicos de los puentes colgantes no admiten muchas variaciones; deben poseer un cable principal en cada extremo del tablero fijado en las torres. El cable principal es el elemento primordial de la estructura resistente a los esfuerzos del puente.

c) Las torres: estos elementos son los más difíciles de proyectar en los puentes colgantes, es por eso que en el transcurso del tiempo han tenido toda clase de modificaciones. En los primeros años del siglo XX comenzaron a adquirir una forma propia adecuada a su función; es inevitable que estos puentes tengan dos pilares con sección cajón de alma llena, unidos por riostras horizontales o vigas de amarre las cuales tienen como función absorber los esfuerzos horizontales para disminuir la carga de estos a los cimientos. (Pineda, 2008)

Un ejemplo muy notable de este tipo es el puente peatonal “Chitomax” ubicado en el caserío Chitomax, Cubulco, Baja Verapaz, que cruza el río Negro Chixoy, el cual tiene una longitud de 250 metros.

**Imagen 6**  
**Puente colgante**



Fuente: Encyclopædia Britannica, Inc., 2012.

### **II.1.9.1.2. Por el empleo de materiales para su construcción**

#### **a) Puente de concreto**

Es un puente construido por una mezcla de materiales entre el concreto o concreto armado junto con el acero, que mezclándolos actúan con fuerzas de resistencia, específicamente para soportar energías de flexión. El concreto es un material que resiste esfuerzos de compresión y el acero en barras, resiste los esfuerzos de tracción. (Pineda, 2008)

Existen dos tipos de soluciones clásicas los de vigas de alma llena, que pueden ser vigas en T unidas por una losa superior, o las vigas de cajón, para las luces mayores; y los arcos, medio apto para el concreto, que es el material adecuado para resistir compresiones.

## **b) Puente pretensado**

En este tipo de puente el concreto pretensado es un material que puede utilizarse para su construcción, ya que se pueden hacer construcciones de longitud considerables, a diferencia del concreto armado es que en éste la armadura es pasiva y la otra armadura es activa, es decir se norma previamente a la actuación de las cargas que va a recibir la estructura, donde debemos considera que el peso propio, carga muerta y cargas de tráfico, de tal manera que se comprime el concreto.

Cuando se trabaja con concreto pretensado se evita la fisuración que se produce en el concreto armado, se pueden utilizar aceros de mayor resistencia, inadmisibles en el concreto armado porque se producirán fisuras excesivas.

Según (Pineda, 2008) los sistemas de anclaje de las armaduras activas se agrupan en diferentes ordenamientos básicos que han asumido diversas variantes:

- Anclajes mediante cuñas de diferentes tipos,
- Anclajes mediante rosca,
- Anclajes mediante cabezas recalcadas,
- Anclajes mediante bloques de concreto,
- Anclajes mediante apriete transversal.

El concreto pretensado y el concreto armado; cada uno tiene su campo de aplicación. El concreto pretensado se trató de sustituir en su totalidad toda la armadura pasiva por activa. Los primeros puentes se pretensaban longitudinal y transversalmente. La armadura activa se debe resistir los esfuerzos principales y la pasiva los secundarios.

### **c) Puente de acero**

El acero se usa principalmente en armaduras, como vigas de apoyo en estructuras con losa de concreto, se usan diferentes tipos de elementos tales como: vigas, contravientos, diafragmas, planchas de apoyo o empalme, pernos, remache, soldados, etc. El acero es un material con bastantes ventajas para el diseño y construcción, ya que tiene una alta resistencia a la tensión y compresión. Se comporta como un material elástico, casi perfecto dentro de los límites normales de trabajo, sus reservas de resistencia, van más allá del límite de fluencia, además que el control de calidad en su elaboración garantiza uniformidad en sus propiedades. (Pineda, 2008)

### **d) Puentes de fundición**

El acero es una aleación de hierro con una cantidad de carbono que puede variar entre 0,03% y 1,075% en peso de su composición, esto depende del grado o número de varilla. (Alacero, s.f.)

Los primeros puentes metálicos se hicieron de hierro (acero) fundido; a pesar de ello se puede mencionar que la fundición es un material frágil con una débil resistencia a tracción, el cual bajo el efecto de esfuerzos complejos ofrecía una resistencia mínima al colapso. (Pineda, 2008)

### **d) Puentes de hierro forjado**

Estos puentes han sido los más innovadores de la historia porque, además de emplear el hierro forjado por primera vez en una gran obra, fueron los puentes de viga más grandes dimensiones que se han construido, y también las primeras vigas cajón, es decir, vigas con sección rectangular o trapecial cuyos contornos están formados por paredes delgadas.

### **e) Puente de madera**

La madera es el material que se empleó para hacer las primeras construcciones de puentes peatonales; por ejemplo, un árbol sobre un río, fue utilizado como un puente artificial, estructuras que en la actualidad, aún se utilizan en las comunidades más alejadas de Guatemala, principalmente en el área rural donde no se tiene acceso a infraestructura moderna. (Santiago Benitez, s.f.)

Los puentes de madera son más sencillos y rápidos de construir, pero al igual su durabilidad es menor a un puente de otro tipo de materiales, y estos han resultado siempre más económicos; por ello, los primeros puentes construidos por el hombre, fueron de madera.

Los puentes de madera enfrentan dos principales problemas de durabilidad:

- a) El propio material que se deteriora rápidamente con el paso del tiempo, si este no se cuida especialmente.
- b) Su vulnerabilidad al efecto de los desbordamientos de los ríos, siempre han sido una principal debilidad frente a las acciones destructivas del propio río.

### **II.1.9.1.3. Por su uso**

Los diferentes tipos de estructuras en los puentes tienen varios tipos de uso, estos usos van en función de la ocupación que se le dé a la estructura que se pretende establecer, los cuales son utilizados de la siguiente manera

#### **Puente vehicular**

Son las estructuras que se construyen con el propósito de unir dos caminos y en la que circulan vehículos de 2, 3, 4 o más ruedas, en ella pueden conducirse vehículos particulares, comerciales y de renta; algunos pueden ser de bajo tonelaje, otros pueden ser muy pesados y articulados.

## **Puente peatonal**

La necesidad de cruzar un río o algún otro obstáculo, hizo que el ser humano ideara el puente de uso peatonal.

### **II.1.10. Metodología de diseño de puentes según AGIES con base en ASSHTO**

#### **II.1.10.1. Criterios y lineamientos AGIES**

Los factores de diseño que recomienda la norma ASSTHO son en parte conservadora para el área de Guatemala, ya que castiga en gran medida la carga viva y de impacto, en el cual se puede determinar factores más adecuados para el tipo de condiciones con que cuenta el país.

#### **II.1.10.2. Carga muerta**

Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción. Incluye el peso de la estructura, del pavimento, banquetas, barandas, y otras posibles instalaciones fijadas permanentemente a la estructura.

#### **II.1.10.3. Momento producido por carga de impacto**

Se calculan con la fórmula que recomienda la AGIES:

$$I = 15/(L+38) \leq 0.30$$

Dónde:

I=carga debido al impacto

L=separación entre las vigas en metros

Para el cálculo del momento último se utilizará la siguiente fórmula.

$$M_u = 1.3(M_{cm} + 5/3 (M_{cv}*I))$$

#### **II.1.10.4. Cálculo del momento total**

El momento total máximo se obtiene al utilizar la fórmula siguiente recomendada por la ASSHTO:

$$M_{\max} = 1.3(M_{cm} + 5/3 (M_{cv} * 1 * FD))$$

#### **II.1.10.5. Cálculo del acero de refuerzo**

El cálculo del refuerzo longitudinal y refuerzo a corte se realiza con los procedimientos ya establecidos por el ACI al igual que se toman en cuenta recomendaciones especiales dadas por la AASHTO.

#### **II.1.10.6. Diseño de súper estructura**

Sobrecarga	HS 20-44
Ancho útil	4.50 metros
Luz efectiva	20.00 metros
Peso de concreto	2,400 kg/ m <sup>3</sup>

La súper-estructura puede estar compuesta por losa de rodadura, dos vigas principales, cuatro diafragmas, banquetas laterales y barandales.

#### **II.1.10.7. Diseño de losa**

##### **Cálculo del peralte**

Según especificación de AASHTO recomienda un espesor mínimo de 6" (15.24 cm.), por lo tanto, se considera un espesor de 18.00 cm.

##### **Integración de cargas**

##### **Carga muerta**

W losa	= 432 kg/m
W bordillos	= <u>43.2 kg/m</u>
W cm	= 475.2kg/m

### Sobrecarga

$P = 16,000 \text{ lb}$  ó  $7,300 \text{ kg}$

### II.1.10.8. Carga viva

Las cargas vivas son cargas no permanentes producidas por materiales o artículos, vehículos e inclusive gente en permanente movimiento.

### II.1.10.9. Momento producido por carga viva

Formula sugerida por las norma AASHTO 3.24.3

$$M_{cv} = 0.8 (S + 2) \times P/32$$

Donde:

S= separación entre vigas (ft)

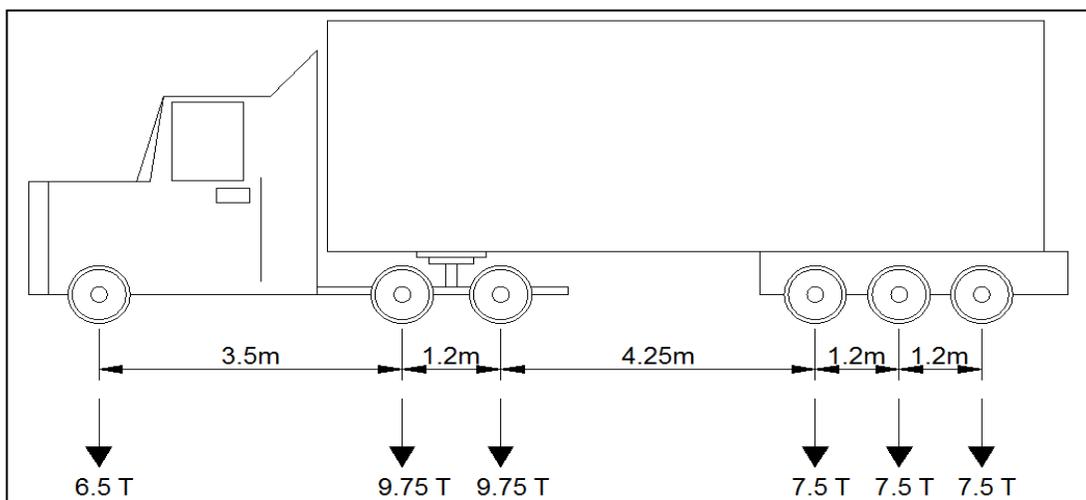
P=carga de camión, en este caso el peso del eje con mayor peso. (Lb)

La carga P se obtiene del cálculo del eje más pesado.

Cargas para Camión T3-S3 con un peso total de 46 Toneladas

**Imagen 7**

**Esquema de cargas camión T3-S3**



Fuente: (Cuc, 2008)

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Fueron diseñados dos instrumentos para poder comprobar la hipótesis de trabajo, el primero donde se tomó como base la población reportada por el Instituto Nacional de Estadística –INE- para el año 2017 del municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, estimada en 22,483 personas, para lo que se estimó muestra poblacional de 378 personas, por lo que se aplicó la primera encuesta de manera al azar, a personas mayores de edad, para la comprobación del efecto o consecuencia general que es la variable dependiente.

La segunda boleta fue aplicada a profesionales y técnicos de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, por ser una población finita se realizó un censo, para la comprobación de la causa principal o variable independiente.

Los resultados de la aplicación de dichos instrumentos fueron tabulados y representados por medio de los cuadros del 3 al 7 y gráficas del 1 al 5 para el efecto o consecuencia general y para la causa presentados en los cuadros del 8 al 12 y en los gráficas del 6 al 10, finalmente estos fueron analizados e interpretados, para obtener las conclusiones y se formularon las respectivas recomendaciones.

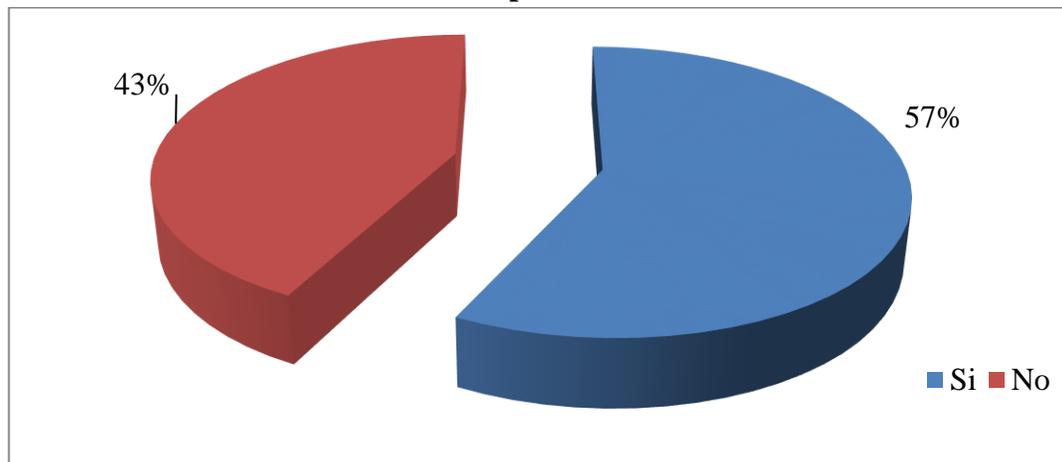
**Comprobación de variable dependiente Y (efecto o consecuencia general)**  
**Incremento del número de personas lesionadas que transitan por río El Pital.**

**Cuadro 3**  
**Incremento de personas lesionadas.**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	217	57%
No	161	43%
<b>Total</b>	<b>378</b>	<b>100%</b>

Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Gráfica 1**  
**Incremento de personas lesionadas.**



Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Análisis:** La mayor parte de los entrevistados consideran que se ha incrementado el número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital, desde aldea Irayol y Santa Bárbara hacia el área urbana del municipio, algunas manifiestan haber perdido su producción agrícola al atravesar el río, otra parte considera que no se ha incrementado el número de personas que ha sufrido lesiones. Ante la falta de una infraestructura de comunicación vial; tanto peatonal, como vehicular; se considera urgente el establecimiento de un puente que permita la locomoción de la población de manera segura.

**Cuadro 4**

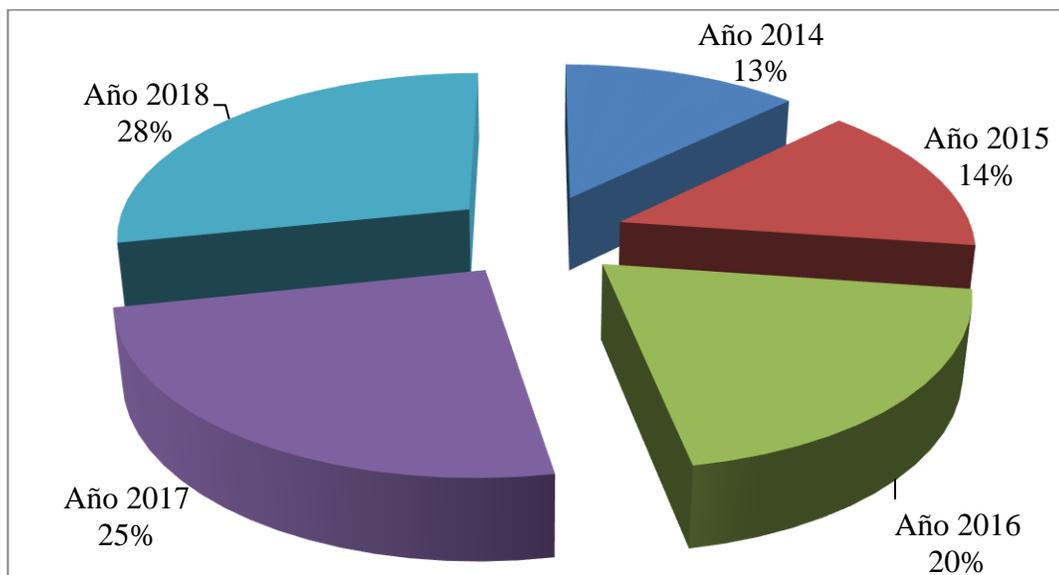
**Incidencia de personas lesionadas en los últimos 5 años.**

<b>Año</b>	<b>Si</b>	<b>Porcentaje</b>
2014	48	13%
2015	55	14%
2016	75	20%
2017	93	25%
2018	107	28%

Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Gráfica 2**

**Incidencia de personas lesionadas en los últimos 5 años.**



Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Análisis:** El número de casos de personas lesionadas en los últimos 5 años se ha incrementado año con año, hasta alcanzar a una cuarta parte de los entrevistados, tendencia que podría seguir el mismo comportamiento si no se realiza alguna acción, razón por la cual se debe diseñar alguna estrategia para contrarrestar su ocurrencia de manera definitiva, de tal manera que tanto las personas, como su producción agrícola pueda transportarse de manera fluida y sin contratiempos que afecten la integridad física de la población.

**Cuadro 5**

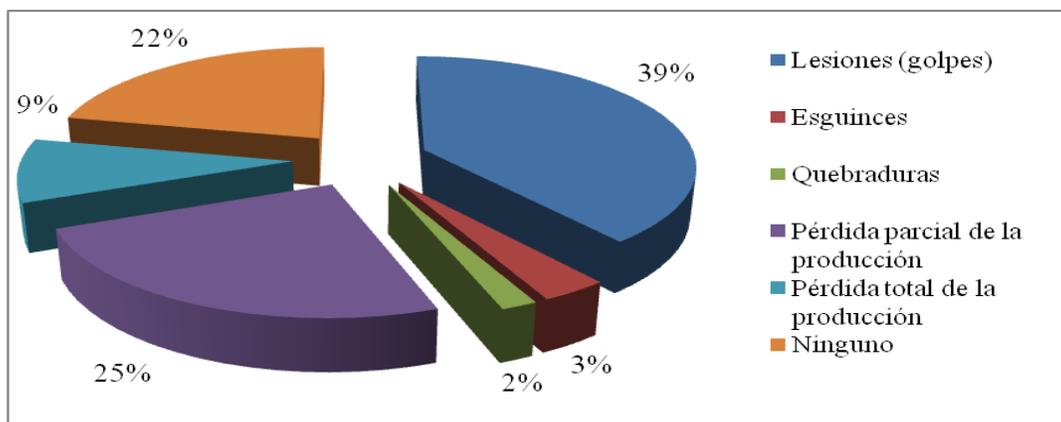
**Tipo de problemas o lesiones sufridas en los últimos 5 años.**

No.	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	Lesiones (golpes)	148	39%
2	Esguinces	13	3%
3	Quebraduras	7	2%
4	Pérdida parcial de la producción	93	25%
5	Pérdida total de la producción	35	9%
6	Ninguno	82	22%
Total		378	100%

Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Gráfica 3**

**Tipo de problemas o lesiones sufridas en los últimos 5 años.**



Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Análisis:** Se identifica un mayor número de personas que han sufrido lesiones o golpes al transitar por el río El Pital, seguido de personas que han sufrido esguinces y quebraduras, gran cantidad de personas que han sufrido la pérdida parcial de la producción agrícola y un pequeño grupo manifiestan haber tenido pérdida total, por lo que se deben ejecutar estrategias para la adecuada movilización peatonal y vehicular, lo que propicie que la población desarrolle acciones cotidianas y de comercialización ágiles y que generen ingresos y mejor calidad de vida para la población.

**Cuadro 6**

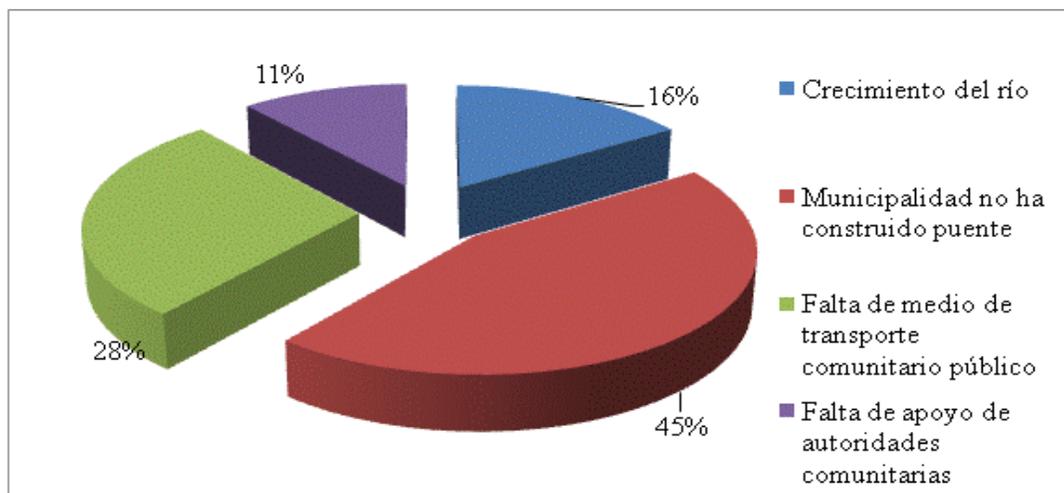
**Razón de las lesiones o problemas.**

No.	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	Crecimiento del río	60	16%
2	Falta de puente	170	45%
3	Municipalidad no ha construido puente	106	28%
4	Falta de apoyo de autoridades comunitarias	42	11%
<b>Total</b>		<b>378</b>	<b>100%</b>

Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Gráfica 4**

**Razón de las lesiones o problemas.**



Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Análisis:** La falta de construcción de un puente se identifica como principal razón de la causa de las lesiones sufridas por la población al atravesar el río El Pital, algunas manifiestan haber tenido caídas estrepitosas que les han generado quebraduras, riesgo que se incrementa en la época de invierno donde el río crece, por lo que es necesario conocer las características del terreno por donde la comunidad atraviesa el río, para que se diseñe la infraestructura más adecuada, tanto para atravesar el río de manera peatonal como por medio vehicular y promover el establecimiento de transporte público que permita la movilización de los usuarios.

**Cuadro 7**

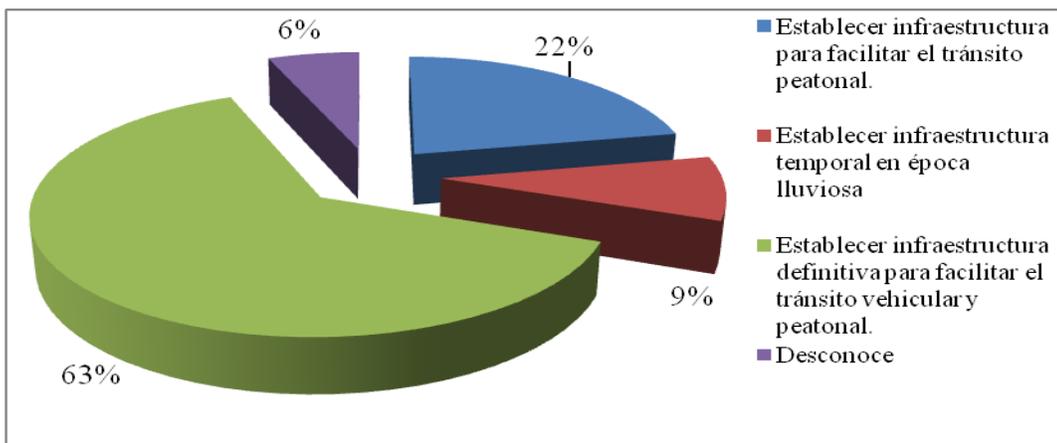
**Acciones para resolver la problemática.**

No.	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	Establecer infraestructura para facilitar el tránsito peatonal.	83	22%
2	Establecer infraestructura temporal en época lluviosa	33	9%
3	Establecer infraestructura definitiva para facilitar el tránsito vehicular y peatonal.	239	63%
4	Desconoce	23	6%
<b>Total</b>		<b>378</b>	<b>100%</b>

Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Gráfica 5**

**Acciones para resolver la problemática.**



Fuente: Habitantes encuestados, mayo 2018.

**Análisis:** Para la resolución de la problemática la mayor parte de los entrevistados consideran principalmente el hecho de establecer infraestructura vial definitiva para permitir el tránsito peatonal y vehicular, otra buena parte de la población considera suficiente favorecer la locomoción peatonal y solo una pequeña parte de los entrevistados consideran como opción las acciones temporales, por lo que debe identificarse el financiamiento necesario para su construcción y evitar de tal manera que se incrementen las lesiones sufridas ante la falta de infraestructura.

**Comprobación de la variable independiente X (causa principal)**

**Inexistencia de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital.**

**Cuadro 8**

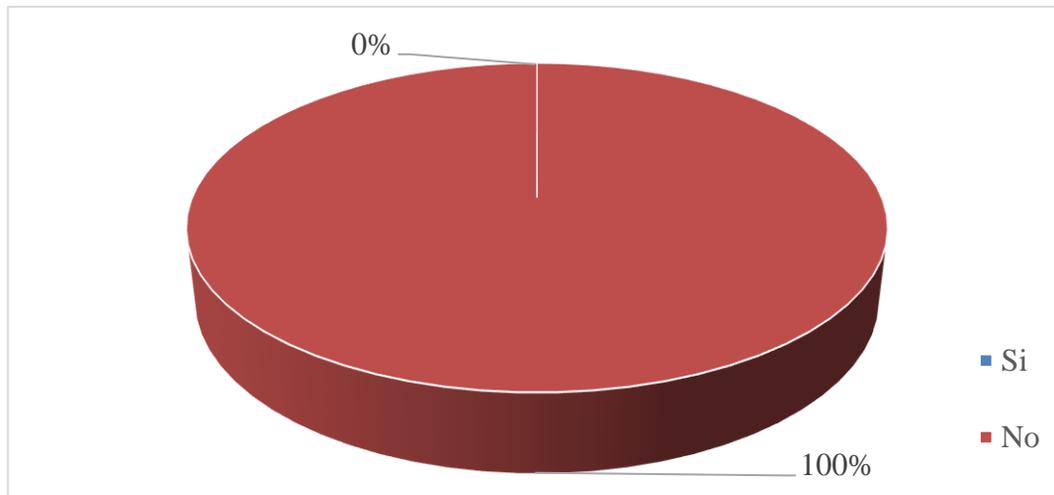
**Se cuenta con proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital.**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	0	0%
No	7	100%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Gráfica 6**

**Se cuenta con proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital.**



Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Análisis:** La totalidad de los entrevistados confirmó que no existe hasta el momento un documento que considere algún proyecto para la construcción del puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa; por lo que es oportuno diseñarlo y ejecutarlo, de tal manera que se mejore la infraestructura pública de la localidad y se atiendan las necesidades de la población.

**Cuadro 9**

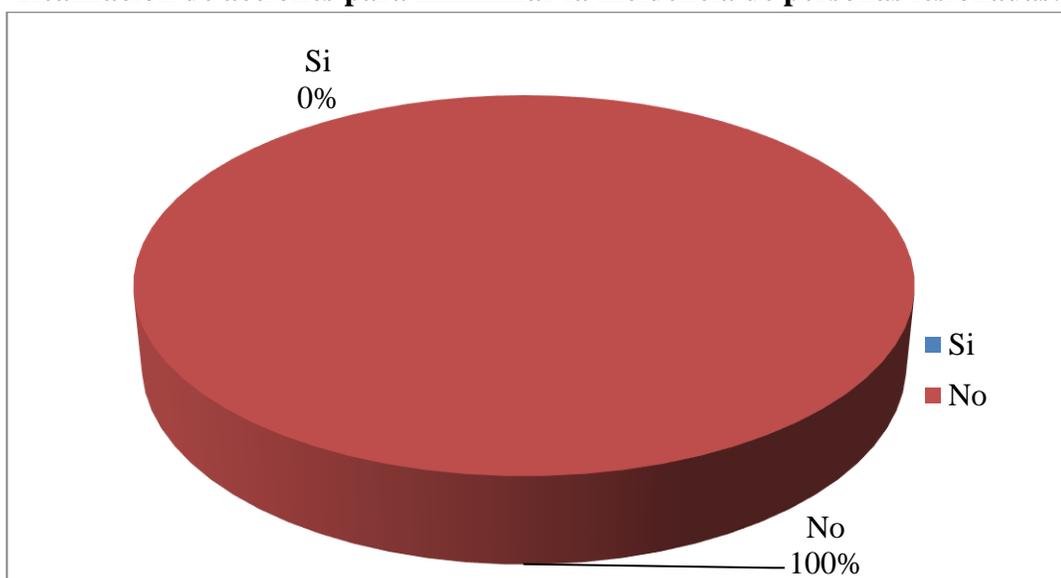
**Realización de acciones para minimizar la incidencia de personas lesionadas.**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	0	0%
No	7	100%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Gráfica 7**

**Realización de acciones para minimizar la incidencia de personas lesionadas.**



Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Análisis:** Por parte de la comuna no se han realizado acciones para para minimizar la incidencia de personas lesionadas al transitar el río El Pital, entre aldea Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa y evitar que la población sufra lesiones al transitar a través del río El Pital, por lo que es urgente propiciar la baja en la incidencia, por medio de una estrategia que permita el tránsito peatonal y vehicular seguro de manera permanente.

**Cuadro 10**

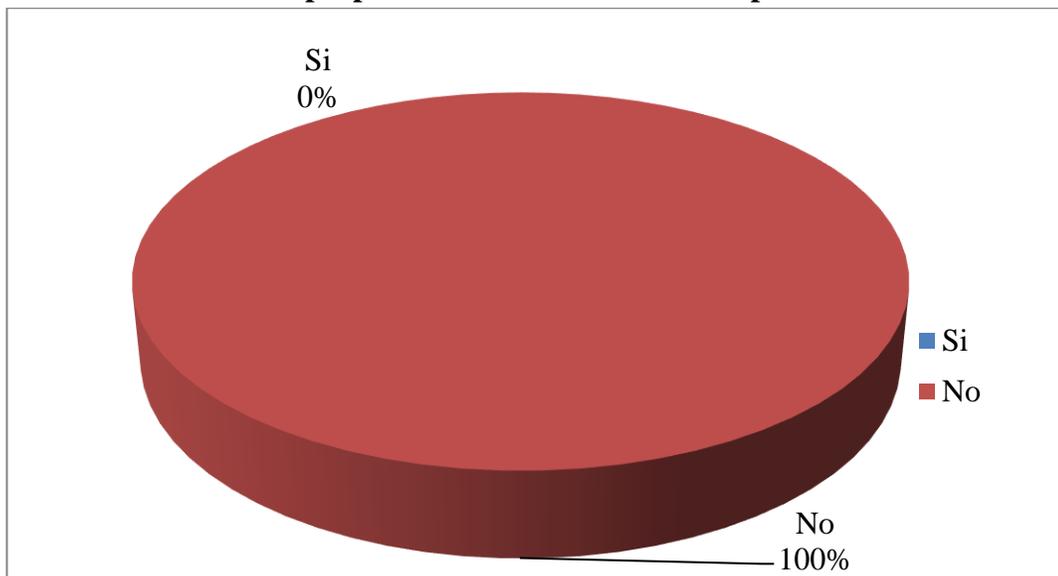
**Existencia de propuesta de mantenimiento del puente El Pital.**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	0	0%
No	7	100%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Gráfica 8**

**Existencia de propuesta de mantenimiento del puente El Pital.**



Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Análisis:** La totalidad de los entrevistados aseguran que conocen de la existencia de alguna propuesta de mantenimiento de la infraestructura para el puente El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, por lo que se considera como oportuno diseñar como complemento de la construcción del puente un proyecto de mantenimiento periódico acorde a las necesidades, para garantizar que la infraestructura se mantenga en buenas condiciones a corto, mediano y largo plazo.

**Cuadro 11**

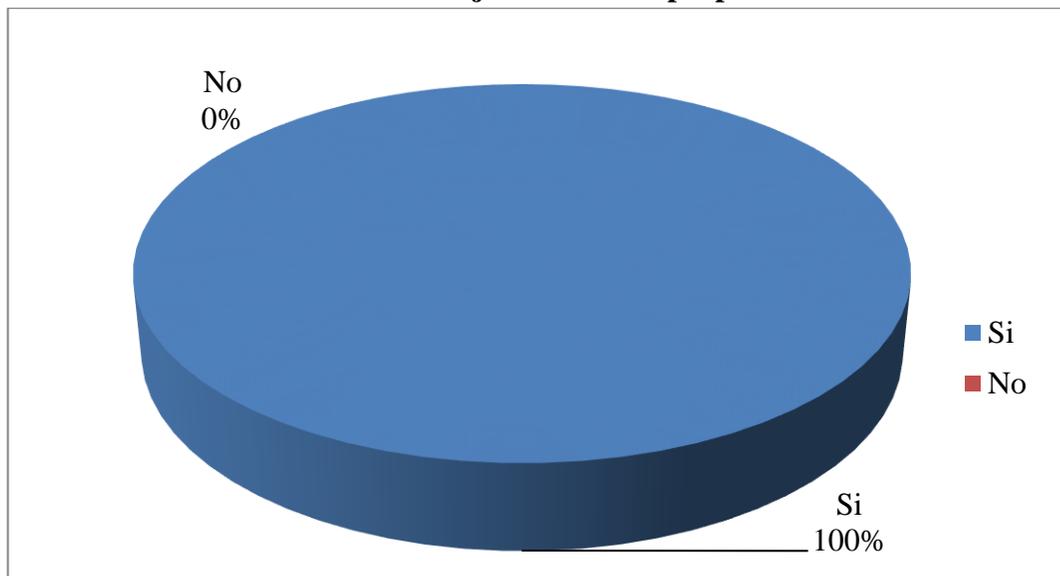
**Viabilidad de ejecución de la propuesta.**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	7	100%
No	0	0%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Gráfica 9**

**Viabilidad de ejecución de la propuesta.**



Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Análisis:** Se tiene el respaldo de la totalidad del personal entrevistado que considera viable la construcción de un puente sobre el río El Pital; así como, el brindarle el mantenimiento periódico necesario, a pesar de ello aún es necesario realizar acciones de concienciación orientadas a influenciar a las autoridades locales para hacer viable la propuesta y asegurar el respaldo total del Concejo Municipal, con lo que se podrían realizar las acciones administrativas y financieras adecuadas y oportunas para lograr la construcción de la obra en el corto o mediano plazo.

**Cuadro 12**

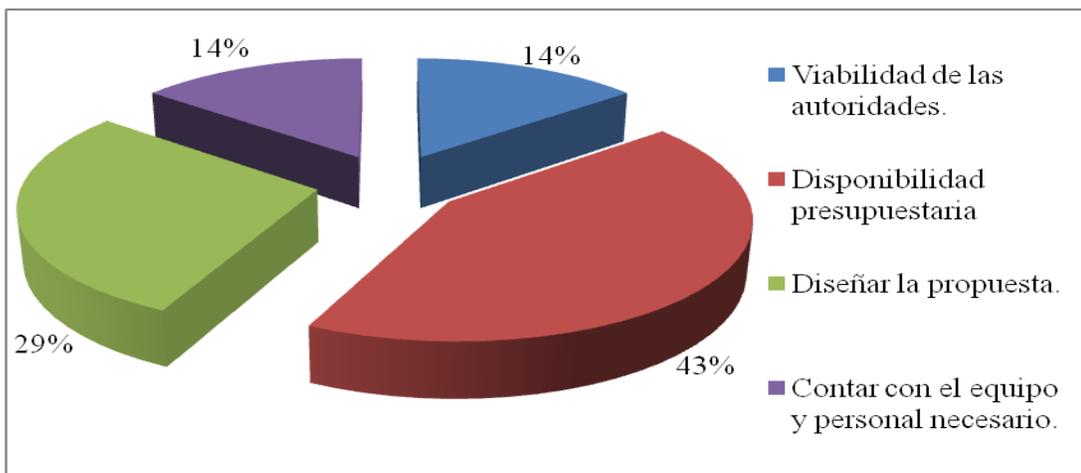
**Acciones para establecer infraestructura y darle mantenimiento.**

No.	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	Viabilidad de las autoridades.	1	14%
2	Disponibilidad presupuestaria	3	43%
3	Diseñar la propuesta.	2	29%
4	Contar con el equipo y personal necesario.	1	14%

Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Gráfica 10**

**Acciones para establecer infraestructura y darle mantenimiento.**



Fuente: Encuesta aplicada a profesionales y técnicos, mayo 2018.

**Análisis:** En cuanto a la pregunta ¿Según su criterio qué acciones son necesarias, y posteriormente brindarle mantenimiento? Se identifica como algo primordial para establecer la infraestructura de un puente sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, el hecho de contar con el diseño de la propuesta, la viabilidad de las autoridades para su aprobación y la del presupuesto necesario, por lo que debe incluirse en el anteproyecto del ejercicio presupuestario de ingresos y egresos municipales del año siguiente de aprobada por parte de las autoridades locales; finalmente es necesario fortalecer a la municipalidad, por medio de la dotación de los recursos necesarios para ejecutar de la manera más óptima las propuesta.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Finalizado el trabajo de investigación se procedió a identificar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### **IV.1 Conclusiones.**

1. Se comprueba la hipótesis “El incremento del número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, en los últimos 5 años, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de puente” con el 95% del nivel de confianza y el 5% de margen de error para la variable dependiente; y con el 100% de nivel de confianza y 0% de margen de error para la variable independiente
2. Se han incrementado las personas lesionadas y la pérdida parcial de la producción agrícola ante la falta de infraestructura de comunicación, por lo que es urgente construir un puente que permita la libre locomoción y la comercialización de la producción agrícola como medio de subsistencia.
3. Previo a ejecutar el proyecto es necesario realizar un estudio topográfico e hidrológico del terreno por donde la comunidad atraviesa el río, para que se diseñe la infraestructura más adecuada, tanto para atravesar el río de manera peatonal como por medio vehicular.
4. La totalidad de los entrevistados confirmó que no existe hasta el momento un documento de propuesta para ejecutar el proyecto de construcción de puente El Pital, por lo que es oportuno diseñarla.
5. Es necesario que se diseñe un proyecto de mantenimiento periódico del puente El Pital acorde a la proyección de sus necesidades para garantizar que la infraestructura se mantenga en buenas condiciones a corto, mediano y largo plazo.

6. Se tiene total respaldo del personal municipal para hacer viable la propuesta, por lo que es necesario realizar acciones de concienciación orientadas a influenciar a las demás autoridades locales para realizar las gestiones oportunas, de tal manera que se ejecute la propuesta.
7. Se debe incluir en el presupuesto de ingresos y egresos de la municipalidad para el siguiente ejercicio fiscal el financiamiento para la construcción del puente y fortalecerlo con el apoyo del Consejo Municipal de Desarrollo.
8. Es necesario fortalecer a la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, por medio de la dotación de los recursos necesarios para ejecutar de la manera más óptima las propuestas que incluye el presente documento.
9. La falta de infraestructura de desarrollo limita la calidad de vida de la población en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

## **IV.2 Recomendaciones**

1. Construir puente sobre el río El Pital ubicado entre aldeas Irayol y Santa Bárbara en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.
2. Establecer infraestructura de comunicación; tanto peatonal, como vehicular de manera permanente, para minimizar la incidencia de personas lesionadas y permitir la libre locomoción de las personas y la producción agrícola como medio de subsistencia.
3. Realizar un estudio topográfico e hidrológico del terreno por donde la comunidad atraviesa el río previo a ejecutar el proyecto, para diseñar la infraestructura más adecuada, tanto para atravesar el río de manera peatonal como por medio vehicular.
4. Diseñar y ejecutar un documento de propuesta para el proyecto de construcción de puente El Pital.
5. Diseñar un proyecto de mantenimiento periódico del puente El Pital acorde a la proyección de sus necesidades para garantizar que la infraestructura se mantenga en buenas condiciones a corto, mediano y largo plazo.
6. Realizar acciones de concienciación orientadas a influenciar a las autoridades locales para conseguir el respaldo, de tal manera que se ejecute la propuesta.
7. Incluir en el presupuesto de ingresos y egresos de la municipalidad para el siguiente ejercicio fiscal el financiamiento para la construcción del puente y fortalecerlo con el apoyo del Consejo Municipal de Desarrollo.
8. Fortalecer a la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, por medio de la dotación de los recursos necesarios para ejecutar de la manera más óptima las propuestas que incluye el presente documento.

9. Fortalecer la infraestructura de desarrollo a nivel municipal para mejorar la calidad de vida de la población en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AASHTO. (s.f.). *Glosario*. Recuperado el 11 de agosto de 2018, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/maxil\\_c\\_r/glosario.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/maxil_c_r/glosario.pdf)
2. Alacero. (s.f.). (A. L. Acero, Productor) Recuperado el 12 de mayo de 2019, de <https://www.alacero.org/es/page/quienes-somos/asociacion-latinoamericana-del-acero>
3. Brito, J. (2017). *Qué es una bitácora de obra en una construcción*. Recuperado el 9 de julio de 2018, de <https://es.scribd.com/document/351997137/QUE-ES-UNA-BITACORA-DE-OBRA-EN-LA-CONSTRUCCION>
4. Cámara Guatemalteca de la Construcción. (2017). *Revista Construcción* . Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de Mantenimiento y evaluación de puentes en Guatemala: <http://revistaconstruccion.gt/old/index.php/articulos/14-de-los-expertos/53-mantenimiento-de-puentes>
5. -COCOA-, C. C. (26 de enero de 2018). . Recuperado el 12 de mayo de 2019, de <https://ccocoa.com/tipos-de-puentes-que-existen-y-sus-caracteristicas/>
6. Cuc, Luis. (2008). Tesis, Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, Guatemala.
7. EcuRed. (s.f.). *Densidad*. Recuperado el 14 de junio de 2018, de <https://www.ecured.cu/Densidad>
8. Encyclopædia Britannica, Inc. (9 de enero de 2019). *The Elements Of Bridge Design*. (H. S.-S. David P. Billington, Productor) Recuperado el 12 de abril de 2019, de Basic forms: <https://www.britannica.com/technology/bridge-engineering>
9. Escuela de Educación Vial de la Policía Local, Murcia, España. (s.f.). *Ceda el paso*. Recuperado el 12 de octubre de 2018, de <https://www.totana.com/educacion-vial/se%C3%B1ales/Prioridad%20de%20paso.htm>
10. FAO. (s.f.). *Levantamientos topográficos y planimetría*. Recuperado el 13 de septiembre de 2018, de

[http://www.fao.org/fishery/static/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6707s/x6707s07.htm](http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s07.htm)

11. FAO. (sf). *Estimaciones del caudal de agua*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2018, de Método del flotador: [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6705s/x6705s03.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s/x6705s03.htm)
12. FAO, s.f. . (s.f.). *Planos y mapas topográficos*. Recuperado el 16 de Octubre de 2018, de [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6707s/x6707s07.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s07.htm)
13. IIRSA. (2011). *Proyectos de Infraestructura IIRSA*. Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de <http://www.territorioindigenaygobernanza.com/proyectosdeinfraestructura.html>
14. IMH. (s.f.). *IMH*. (I. d. Herramienta, Productor) Recuperado el 12 de mayo de 2019, de <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/proyecto-medicion-tridimensional-en-fabricacion-mecanica-con-equipos-portables-1/resultados-del-proyecto/tolerancias/dimensionales>
15. IMPLAN. (2014). *Guía de diseño de infraestructura peatonal*. Recuperado el 13 de julio de 2018, de [http://www.implansaltillo.mx/publi/guia\\_infraestructura\\_peatonal.pdf](http://www.implansaltillo.mx/publi/guia_infraestructura_peatonal.pdf)
16. Instituto Geográfico Nacional. (2000). *Diccionario Geográfico Nacional. Datos geográficos del departamento de Santa Rosa*. Guatemala.
17. Instituto Nacional de Estadística. (2002). *XI Censo Nacional de Población y VI de Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala.
18. Jiménez, G. (s.f.). *Listado de planos de un proyecto ejecutivo*. Recuperado el 4 de noviembre de 2018, de [https://www.academia.edu/12530836/LISTADO\\_DE\\_PLANOS\\_DE\\_UN\\_PROYECTO\\_EJECUTIVO](https://www.academia.edu/12530836/LISTADO_DE_PLANOS_DE_UN_PROYECTO_EJECUTIVO).
19. Kluwer, W. (s.f.). Recuperado el 12 de mayo de 2019, de <https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4>

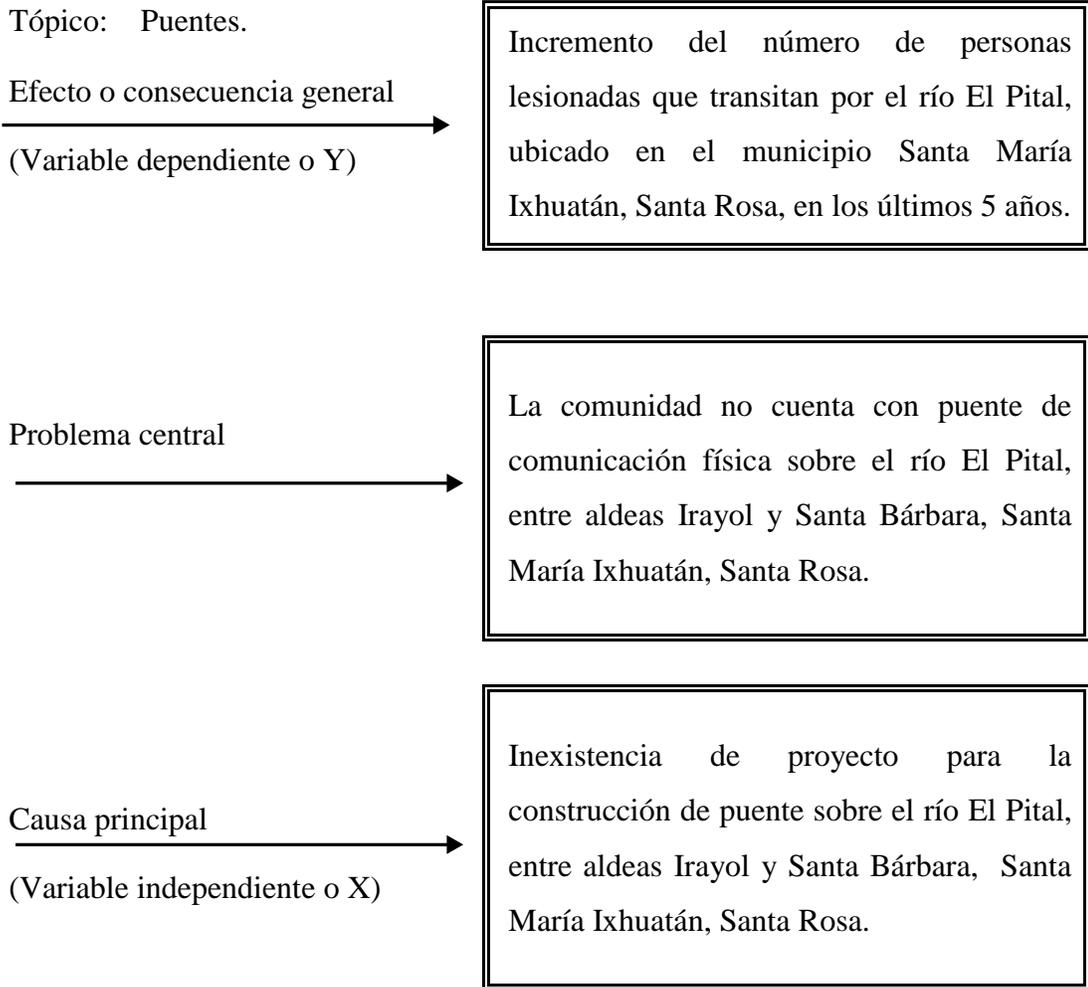
sIAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAAUMTEwsDtbLUouLM\_DxbIwMDCwN  
zAwuQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAGOpI3zUAAAA=WKE.

20. Martínez, R. (2004). *Actividades y procedimientos para la supervisión de proyectos viales en la Dirección General de Caminos*. Recuperado el 5 de agosto de 2018.
21. Ministerio de Comunicaciones, I. y.-U.-C. (2017). *Especificaciones Técnicas* . COVIAL, Guatemala.
22. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Recuperado el 3 de julio de 2018, de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_1556.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1556.pdf)
23. MSPAS. (2008). *Dirección de área de Salud (DAS) Santa María Ixhuatán. Sistema de Información Gerencial en Salud. Memoria de Labores*. . Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS-, Santa Rosa, Guatemala.
24. MSPAS. (2008). *Informes de labores*. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Dirección de Area de Salud (DAS) Santa María Ixhuatán. Sistema de Información Gerencial en Salud. , Santa Rosa, Guatemala.
25. Muñoz, S. (19 de junio de 2018). *Señales de tránsito que hay que entender para viajar por carretera*. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, de <https://www.neumarket.com/blog/senales-transito-entender-viajar-carretera/>
26. Navarrete, B. (2015). *Estudio Hidrológico e Hidráulico*. Recuperado el 4 de junio de 2018, de <https://slideplayer.es/slide/5753907/>.
27. Quispe, K. (2016). *Estabilización de suelos materiales para pavimento*. Recuperado el 10 de agosto de 2018, de <https://es.scribd.com/document/330767095/Estabilizacion-de-Suelos>.
28. Quispe, Y. (2018). *Aglomerantes*. Recuperado el 13 de septiembre de 2018, de <https://www.academia.edu/6769009/AGLOMERANTES>.
29. Real Academia de la Lengua Española. (2018). *Real Academia Española*. (D. d. Española, Productor) Recuperado el 13 de septiembre de 2018, de <https://dle.rae.es/?id=PI5Zvhw>

30. *Revista ARQHYS*. (Diciembre de 2012). (E. d. ARQHYS.com, Productor) Recuperado el 13 de septiembre de 2018, de Los muros: <https://www.arqhys.com/arquitectura/muros.html>
31. Santiago Benitez, C. M. (s.f.). (E. S. Zacatenco", Productor) Recuperado el 12 de mayo de 2019, de Academia: <https://www.academia.edu/14368027/PUENTES>
32. SAR Avery Dennison. (2013). *Señalización vial*. Obtenido de <http://www.senalar.com.ar/index.php?action=carro/showProduct&itmId=143&rbrId=180>
33. SEGEPLAN. (2010). *Plan de desarrollo municipal de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa*. Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa. Secretaria General de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial., Santa Rosa, Guatemala.
34. SEGEPLAN. (2011). *Plan de Desarrollo Departamental*. Consejo Departamental de Desarrollo del Departamento de Santa Rosa. Secretaria General de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial., Guatemala.
35. SIECA. (2014). *Secretaría de Integración Económica Centro Americana*. Recuperado el 12 de septiembre de 2018, de Manual centroamericano de dispositivos uniformes para e control de transito: <http://coranorsa.com/praiiaa/documentos/manual2014.pdf>
36. Signshop. (23 de agosto de 2015). *Señalética transito velocidad*. Recuperado el 13 de octubre de 2018, de <http://www.signshop.cl/producto/senaletica-transito-velocidad-maxima-20km-2/>
37. Toledo, B. N. (s.f.). Recuperado el 4 de junio de 2018, de <https://slideplayer.es/slide/5753907/>
38. Universidad Politécnica de Madrid. (s.f.). Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de <http://delegacion.topografia.upm.es/wp-content/uploads/2016/03/CAP%C3%8DTULO-5A.pdf>
39. Wildner, P. (s.f.). *FAO. Erosión y pérdida de fertilidad del Suelo*. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S06.htm>

## ANEXOS

### Anexo 1. Árbol de problemas e hipótesis de trabajo.



Hipótesis de trabajo:

“El incremento del número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, en los últimos 5 años, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de puente”.

## Anexo 2 Árbol de objetivos.

Tópico: Puentes.

Fin u objetivo general



Disminuir el número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

Objetivo específico



Contar con puente de comunicación física sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

Medio de solución



Propuesta de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

### Anexo 3. Cálculo de la muestra.

Se tomó como base la población reportada por el Instituto Nacional de Estadística – INE- para el año 2017 del municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, estimada en 22,483 personas y debido a que es una población finita y un instrumento de encuesta de información de tipo cualitativo, se utilizó el cálculo de la máxima varianza, con base en lo que se estimó la muestra poblacional de 378 personas, a la cual se aplicó la primera encuesta de manera al azar, a personas mayores de edad, para la comprobación de la variable dependiente, efecto o consecuencia general

$$n = \frac{Nd^2 + Z^2 pq}{N Z^2 pq}$$

N =	22483	Población de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa al 2017.
Z =	1.96	Valor del nivel de confianza en la tabla
Z <sup>2</sup> =	3.8416	
p =	0.5	Probabilidad de éxito
q =	0.5	Probabilidad de fracaso
d =	0.05	Margen de error
d <sup>2</sup> =	0.0025	
NZ <sup>2</sup> pq =	21592.673	
Nd <sup>2</sup> =	56.2075	
Z <sup>2</sup> pq =	0.9604	
Nd <sup>2</sup> + Z <sup>2</sup> pq =	57.1679	
<b>n =</b>	<b>378</b>	

Yamane, Taro. Elementary Sampling Theory.

Para la comprobación de la causa principal se aplicó el instrumento de encuesta a profesionales y personal técnico de la Dirección Municipal de Planificación, donde se utilizó la técnica del censo, por ser un número limitado de personas, con un nivel de confianza del 100% y un 0% de margen de error.

#### Anexo 4. Cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como, determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

**Cuadro 1**

#### Calculo del Coeficiente de Correlación.

Requisito: Coeficiente de correlación:  $> + - 0.80 < = 1$

Año	X	Personas lesionadas al cruzar el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara.	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2015	1	48	48	1	2304
2016	2	55	110	4	3025
2017	3	75	225	9	5625
2018	4	93	372	16	8649
2019	5	107	535	25	11449
Totales	15	378	1290	55	31052
n=	5				
∑X=	15				
∑XY=	1290				
∑X <sup>2</sup> =	55				
∑Y <sup>2</sup> =	31052				
∑Y=	378				
n∑XY=	6450				
∑X*∑Y=	5670				
NUMERADOR=	780				
n∑X <sup>2</sup> =	275				
(∑X) <sup>2</sup> =	225				
n∑Y <sup>2</sup> =	155260				
(∑Y) <sup>2</sup> =	142884				
n∑X <sup>2</sup> -(∑X) <sup>2</sup> =	50				
n∑Y <sup>2</sup> -(∑Y) <sup>2</sup> =	12376				
(n∑X <sup>2</sup> -(∑X) <sup>2</sup> )*(n∑Y <sup>2</sup> -(∑Y) <sup>2</sup> )=		618800			
Denominador:	786.6384176				
r=	0.991561031				

Fuente: Encuesta aplicada a muestra de población, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2015 a 2019); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece al número de personas lesionadas al cruzar el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación  $r = 0.99$  se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática al respecto de que se ha incrementado en los últimos el número de personas lesionadas al atravesar el río El Pital entre aldea Irayol y Santa Bárbara y se procede a la proyección mediante la línea recta.

**Anexo 5. Cálculo de la ecuación de la línea recta.**

**Ecuación de la línea recta (y = a + bx)**

Año	X	Personas lesionadas al cruzar el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara.	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2015	1	48	48	1	2304
2016	2	55	110	4	3025.00
2017	3	75	225	9	5625.00
2018	4	93	372	16	8649.00
2019	5	107	535	25	11449.00
<b>Totales</b>	<b>15</b>	<b>378</b>	<b>1290</b>	<b>55</b>	<b>31052</b>
n=	5				
∑X=	15				
∑XY=	1290				
∑X <sup>2</sup> =	55				
∑Y <sup>2</sup> =	31052				
∑Y=	378				
n∑XY=	6450				
∑X*∑Y=	5670				
<b>NUMERADOR</b>	<b>780</b>				
<b>Denominador de b:</b>					
n∑X <sup>2</sup> =	275				
(∑X) <sup>2</sup> =	225				
n∑X <sup>2</sup> - (∑X) <sup>2</sup> =	50				
b=	16				
<b>Numerador de a:</b>					
∑Y=	378				
b * ∑X =	234				
<b>Numerador de a:</b>	<b>144</b>				
a=	29				

**FÓRMULAS:**

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

**FÓRMULAS:**

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Año a proyectar	a	+	B	X =Año proyectado
Y= 2020	29	+	16	6
Y (2020)=	29	+	94	
Y (2020)=	<b>122</b>			
Y= 2021	29	+	16	7
Y (2021)=	29	+	109	
Y (2021)=	<b>138</b>			

Y= 2022	29	+	16	8
Y (2022)=	29	+	125	
Y (2022)=	<b>154</b>			
Y= 2023	29	+	16	9
Y (2023)=	29	+	140	
Y (2023)=	<b>169</b>			
Y= 2024	29	+	16	10
Y (2024)=	29	+	156	
Y (2024)=	<b>185</b>			

### Situación con proyecto

Se presenta a continuación la proyección de la incidencia de las personas lesionadas al atravesar el río El Pital, con la ejecución del proyecto.

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - de la solución propuesta	Porcentaje propuesto/5	
Y (2020)	=	Y(2019)	-	18%	=
Y (2020)	=	107	-	19	88
Y (2020)	=	88	personas lesionadas		

Y (2021)	=	Y(2020)	-	18%	=
Y (2021)	=	88	-	16	72
Y (2021)	=	72	personas lesionadas		

Y (2022)	=	Y(2021)	-	18%	=
Y (2022)	=	72	-	13	59
Y (2022)	=	59	personas lesionadas		

Y (2023)	=	Y(2022)	-	18%	=
Y (2023)	=	59	-	11	48
Y (2023)	=	48	personas lesionadas		

Y (2024)	=	Y(2023)	-	18%	=
Y (2024)	=	48	-	9	39
Y (2024)	=	39	personas lesionadas		

### Situación comparativa sin proyecto y con proyecto

Los cuadros y gráficas siguientes comparan el supuesto de la situación sin la ejecución del proyecto y con la ejecución del mismo, se evidencia que sin intervención el número de personas lesionadas al atravesar el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, podría incrementarse; sin embargo, con la implementación del proyecto la incidencia podría disminuirse con una probabilidad del 18% por año hasta alcanzar un 90%.

**Cuadro 1**

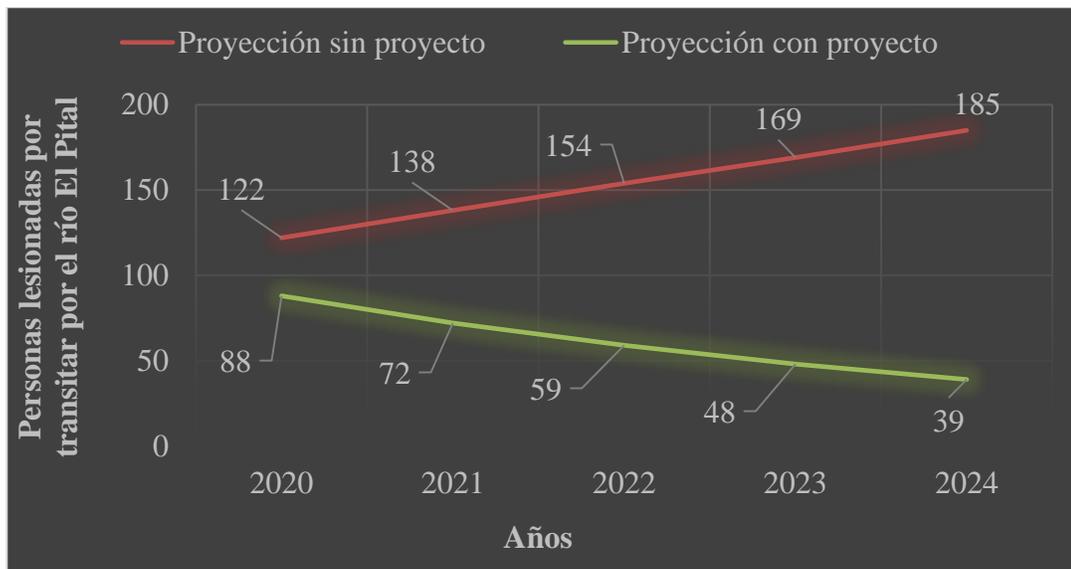
#### Situación comparativa sin y con proyecto.

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2020	122	88
2021	138	72
2022	154	59
2023	169	48
2024	185	39

Fuente: Proyección de la línea recta con y sin proyecto.

**Gráfica 1**

#### Comportamiento de la problemática con y sin proyecto



Fuente: Proyección de la línea recta con y sin proyecto.

**Anexo 6. Boleta de investigación para la comprobación de la variable “Y” o variable dependiente (efecto o consecuencia general)**



**UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA**

**Facultad de Ingeniería**

**Encuesta:** Aplicada a una muestra de la población de Santa María Ixhvatán, Santa Rosa.

**Objetivo:** Comprobar el efecto general “Incremento del número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhvatán, Santa Rosa”

**Instrucciones**

Por favor, conteste con una “x” en los espacios indicados, de acuerdo a donde lo considere necesario, sin dejar espacios vacíos.

1. ¿Considera que se ha incrementado el número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital, hacia el área urbana del municipio en los últimos 5 años?

Sí  No

2. ¿Ha sufrido alguna lesión al transitar por el río El Pital, entre aldea Irayol y Santa Bárbara, en los últimos 5 años?

Año	Si	No
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		

3. ¿Qué tipo de problemas o lesiones ha sufrido al transitar por el río El Pital, entre aldea Irayol y Santa Bárbara, en los últimos 5 años? (Elija una opción)

Contusiones (golpes)  Esguinces  Quebraduras   
 Pérdida parcial de la producción  Perdida total de la producción   
 Ninguno

4. ¿Cuál es la razón de haber sufrido las lesiones o haber tenido problemas al atravesar el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara? (Elija una opción)

Crecimiento del río	
Municipalidad no ha construido puente	
Falta de medio de transporte comunitario público	
Falta de apoyo de autoridades comunitarias	

5. ¿Qué acciones considera que deben realizarse para resolver la problemática?

Establecer infraestructura para facilitar el tránsito peatonal.	
Establecer infraestructura temporal en época lluviosa	
Establecer infraestructura definitiva para facilitar el tránsito vehicular y peatonal.	
Desconoce	

**Anexo 7. Boleta de investigación para la comprobación de la variable  
“X” o variable independiente (causa principal)**



**UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA**

**Facultad de Ingeniería**

**Encuesta:** Aplicada a una muestra de la población de Santa María Ixhutatán, Santa Rosa.

**Objetivo:** Comprobar la causa principal “Inexistencia de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara.”

**Instrucciones**

Por favor, conteste con una “x” en los espacios indicados, de acuerdo a donde lo considere necesario, sin dejar espacios vacíos.

1. ¿Se cuenta con propuesta de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara en el municipio Santa María Ixhutatán, Santa Rosa?

Si  No

2. ¿Se han realizado acciones para minimizar la incidencia de personas lesionadas al transitar el río El Pital, entre aldea Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhutatán, Santa Rosa?

Si  No

3. ¿Conoce de la existencia de alguna propuesta de mantenimiento de la infraestructura para el puente El Pital, Santa María Ixhutatán, Santa Rosa?

Si  No

4. ¿Considera viable establecer la infraestructura de un puente sobre el río El Pital y brindar mantenimiento?

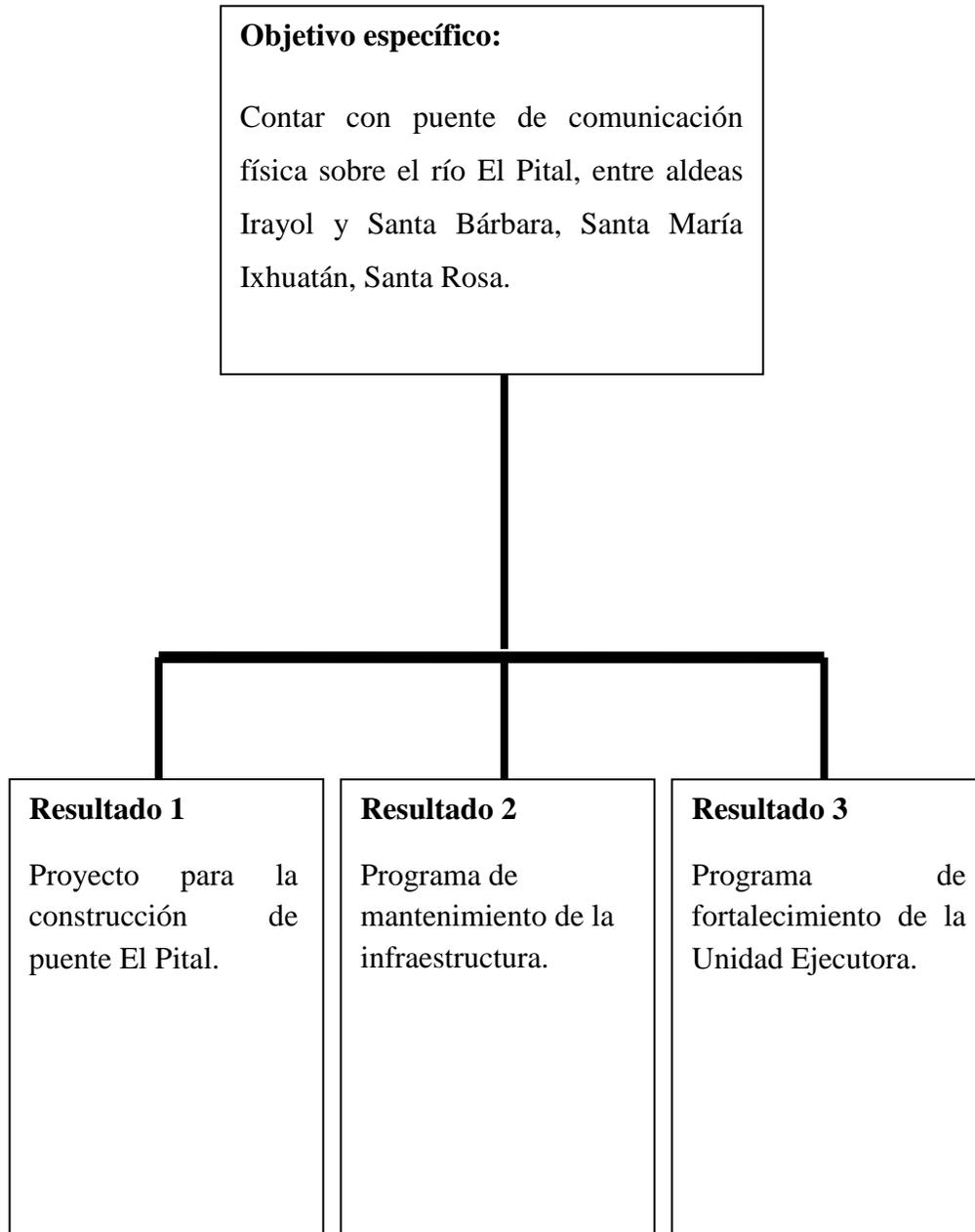
Si

No

5. ¿Según su criterio qué acciones son necesarias para establecer la infraestructura de un puente sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, y posteriormente brindarle mantenimiento? (Elija una opción)

Viabilidad de las autoridades.	
Disponibilidad presupuestaria	
Diseñar la propuesta.	
Contar con el equipo y personal necesario.	

**Anexo 8. Medio para solucionar la problemática.**



Informe Final de Graduación

RESULTADO I  
PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTE EL PITAL.



Presentado al honorable tribunal examinador por:  
Ervi Eduardo De León Olayo

en el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado  
en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural De Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2020.

Este documento fue presentado por el autor previo a obtener el título de Licenciado en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

## ÍNDICE

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y LOS RESULTADOS QUE LA INTEGRAN.....	3
III.	DESARROLLO DEL RESULTADO.....	4
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	25
IV.1	Conclusiones.....	25
IV.2	Recomendaciones. ....	26
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.	Ajuste de costos y tiempo del resultado.....	27
2.	Plan de trabajo del resultado .....	31

## I. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con lo estipulado en el programa de graduación de la Universidad Rural de Guatemala fue elaborado el presente documento **“Proyecto de construcción de puente El Pital”**, previo a optar al título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de licenciado.

El objetivo principal del presente resultado lo constituye el diseño del proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital, para facilitar la locomoción de la población de aldea Irayol y Santa Bárbara y área circunvecinas, para el efecto se incluye la descripción de los pasos utilizados para realizar el levantamiento topográfico.

Se debe realizar la medición del caudal del río El Pital, para lo cual se propone utilizar el método del flotador, a partir de lo cual puede estimarse el caudal en metros por segundo en la temporada de verano y proyectar el caudal para la época de invierno.

El área propuesta para la construcción del puente es de 20.00 metros de largo y 5.00 metros de ancho y una altura de 1.42 metros, donde se deben realizar trabajos de instalación de tubería de concreto de Ø42’’x 1.00m de longitud.

Se incluye en el anexo 1 del presente documento un presupuesto que detalla los recursos necesarios para la realización de cada una de las actividades que incluye el resultado, donde se incluye la estimación del valor unitario y total por producto; así como, el renglón presupuestario que se verá afectado en el caso de que la municipalidad construya la obra. El poder local puede también contratar los servicios de una constructora para la ejecución del puente. En ambos casos debe considerarse en el presupuesto de la municipalidad los fondos para la construcción de la obra.

Previo a la construcción del puente debe realizarse una actividad clave para viabilizar el proyecto, que es la aprobación del diseño por parte del poder local, personificado en el Alcalde Municipal y el Concejo Municipal; en esta actividad se deben presentar

los planos para la obra propuesta y de contar con la aprobación, lo que corresponde es la gestión de los recursos para el desarrollo de las fases subsiguientes.

Para el desarrollo del resultado deben realizarse (4) actividades que se describen a continuación:

1. Levantamiento topográfico.
2. Medición de caudal río El Pital.
3. Diseño del puente.
4. Aprobación del diseño.
5. Compra y adquisición de recursos.
6. Construcción del puente.

## **II. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS QUE LA INTEGRAN**

Incluye el proyecto de construcción de puente El Pital. Con su implementación, se pretende que su estructura perdure y se pueda mantener totalmente operativa y para que la población pueda realizar sus actividades cotidianas; que es lo que mantiene la economía de la población y desarrollo de una determinada localidad.

### **Resultado 1. Proyecto para la construcción de puente El Pital.**

Constituye el diseño para la construcción de puente sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, estimación del material necesario para el efecto y presupuesto de los costos para su implementación.

### **Resultado 2. Programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento.**

Describe el desarrollo de acciones para el establecimiento de señalización vial en áreas cercanas al puente El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa al y diseño del mantenimiento de su infraestructura, estimación de recursos necesarios y un presupuesto de costos para su implementación; así como, beneficios que tendrá para la comunicación vial de la población de las comunidades de aldeas circunvecinas.

### **Resultado 3. Programa de fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.**

Por medio de la ejecución de este resultado se espera fortalecer a la dependencia de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, que será la encargada de la administración del proyecto de construcción de puente El Pital, con relación a la dotación de los recursos humanos por medio de la contratación de personal, aspectos administrativos y financieros necesarios para la ejecución del proyecto de construcción de su infraestructura, funcionamiento y mantenimiento.

### **III. DESARROLLO DEL RESULTADO**

El resultado incluye una descripción de las actividades que deben desarrollarse para la construcción del puente sobre el río El Pital, se describen a continuación.

#### **Actividad 1. Levantamiento topográfico.**

##### **Actividad 1.1. Reconocimiento del área.**

Inicialmente, se debe hacer un recorrido en el área para identificar el punto utilizado por la población para cruzar el río de un extremo al otro, punto que debe ser utilizado para realizar el levantamiento topográfico respectivo.

##### **Actividad 1.2. Establecimiento de punto de origen.**

Realizar una observación general del área para establecer un punto de origen, a partir del cual se deben realizar mediciones hacia el noreste a una distancia de 30 metros del punto de partida y posteriormente, hacia el suroeste a una distancia de 45 metros, respectivamente.

##### **Actividad 1.3. Levantamiento.**

Para el levantamiento topográfico se propone utilizar una estación total de preferencia de marca NIKON modelo DTM-322 + 5'' esta debe estar centrada en el punto inicial, debe identificarse el norte, se corrigió el centrado y seguidamente se realizó la nivelación de misma.

Colocar la estación a 1.60 metros del suelo sobre un trípode, para realizar una estimación de la diferencia de niveles, respecto al punto inicial a una distancia de 30 metros con dirección hacia el noreste, debe ser realizado en conjunto con los prismas topográficos y la cinta métrica, estimar también la elevación en dirección hacia el suroeste a una distancia de 45 metros respecto al punto inicial. Para obtener el trazo de las curvas a nivel se deben realizar mediciones con prismas topográficos a una frecuencia de 2 m longitudinal y transversalmente, para obtener datos más precisos.

### Fotografía 1 y 2

#### Centrado y nivelación de estación total con orientación al norte



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

### Fotografía 3 y 4

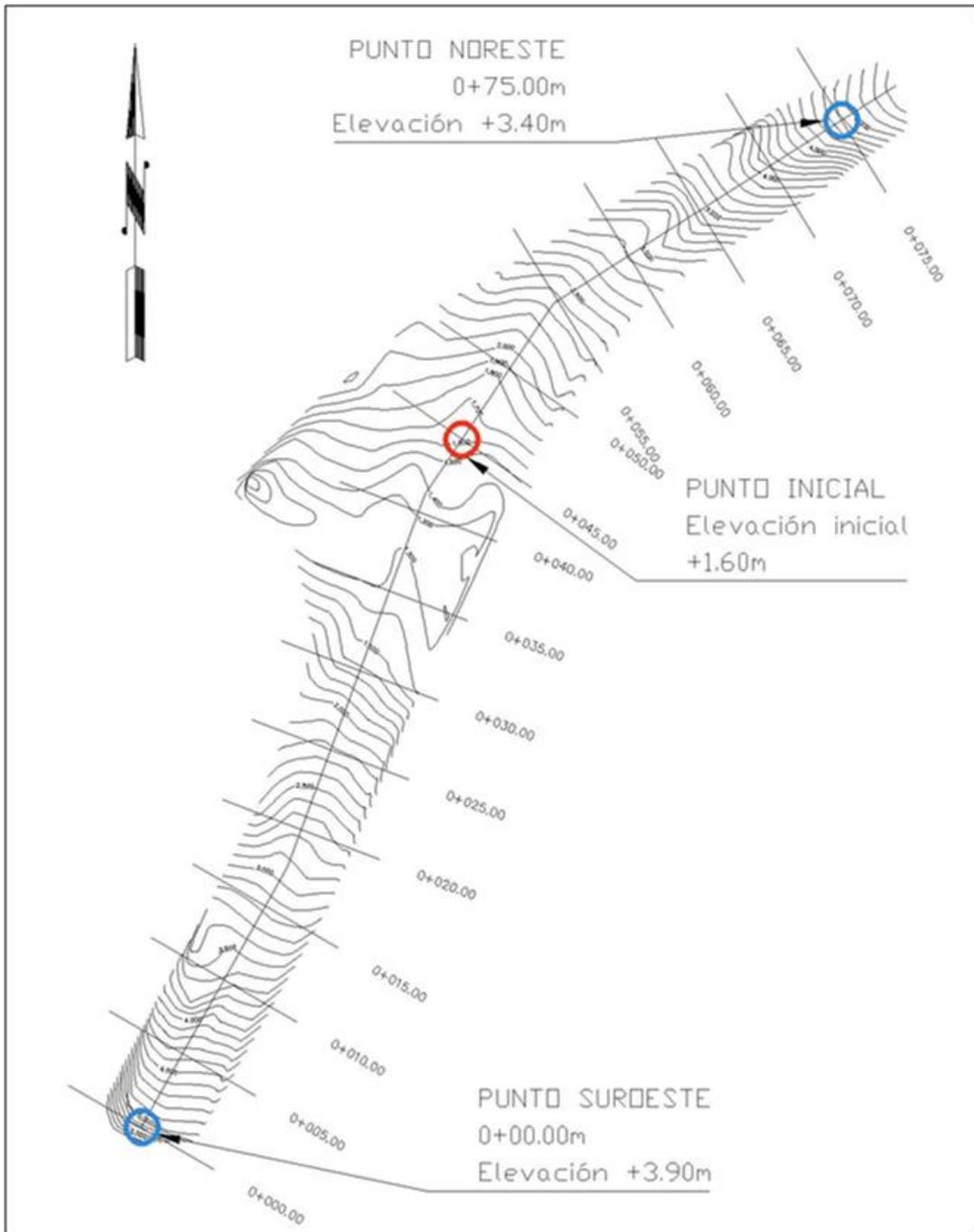
#### Medición de curvas de nivel con prismas topográficos



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

## Plano 1

### Ubicación de puntos para procedimiento de levantado topográfico



Fuente: (Ortega, H. Et. Al., 2018)

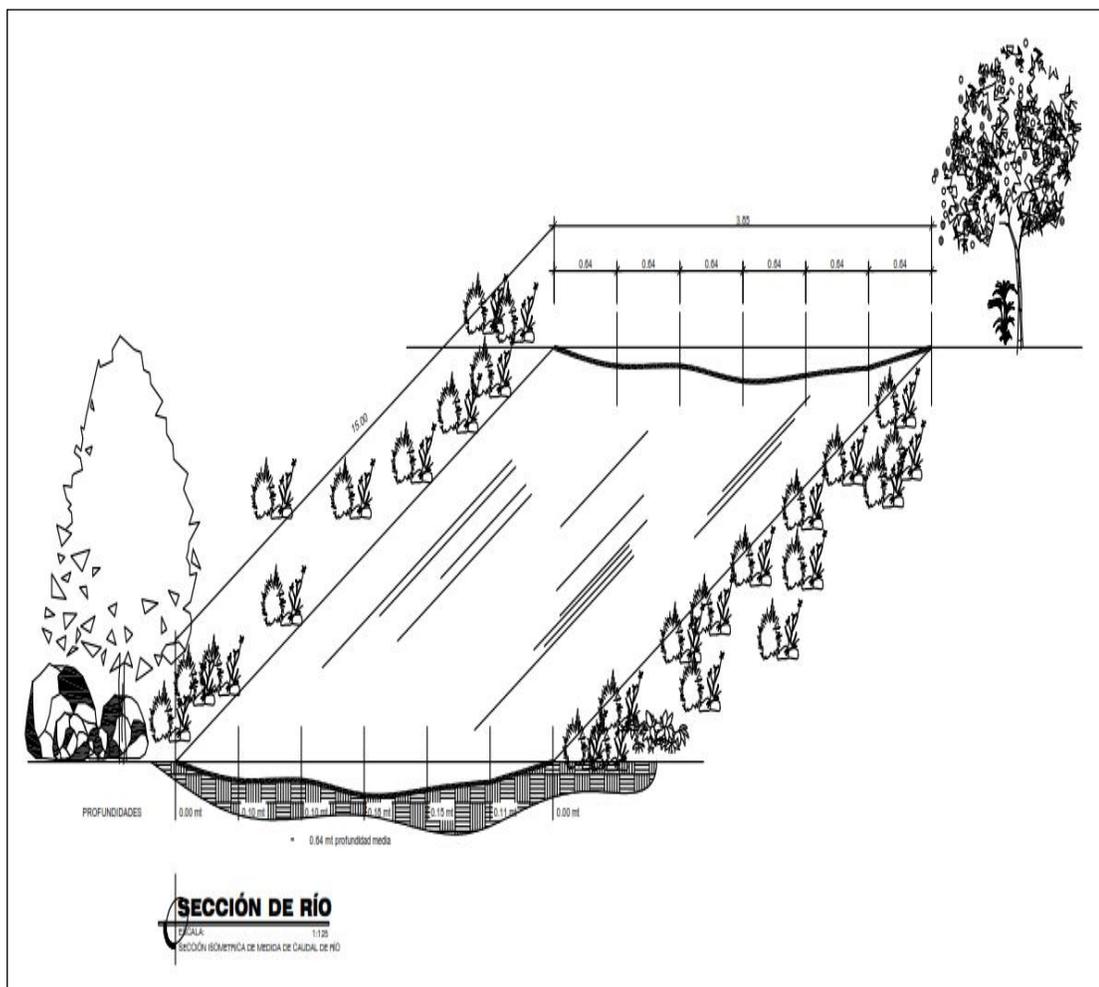
## Actividad 2. Medición del caudal río El Pital.

### Actividad 2.1. Ubicación de tramo de aforo de río.

Se debe seleccionar una longitud de 15 metros del río, sin piedras grandes, ni troncos que obstaculizaran el recorrido del flotador, en el que el flujo de agua debe ser lo menos turbulento posible.

**Figura 1**

### Sección longitudinal y transversal de río aforado



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

## Fotografía 5

### Medición de sección transversal de río El Pital



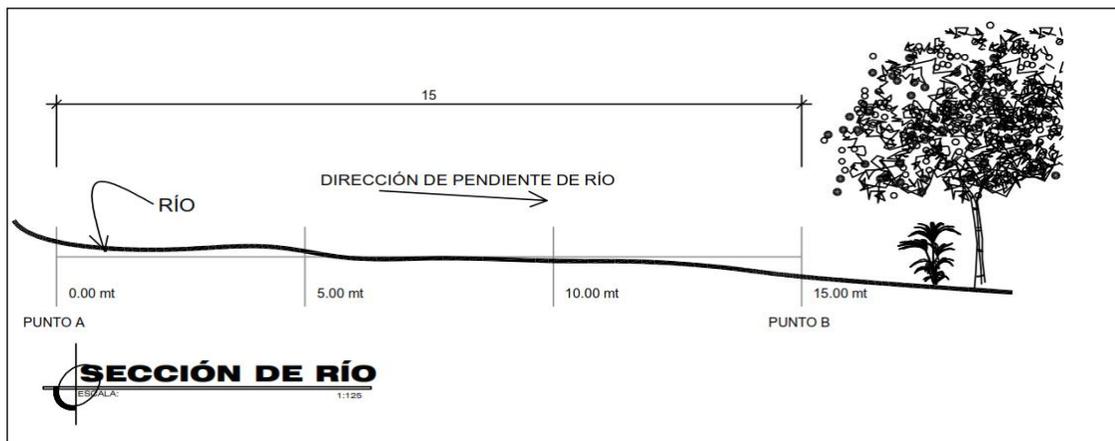
Fuente: De León, E., mayo 2018.

### Actividad 2.2. Medición de sección longitudinal total de río.

En la sección identificada se deben ubicar dos puntos, se identifica el punto A como el inicio y B como el final. La distancia a seleccionar es de 15 metros.

Figura 2

### Sección longitudinal total del río



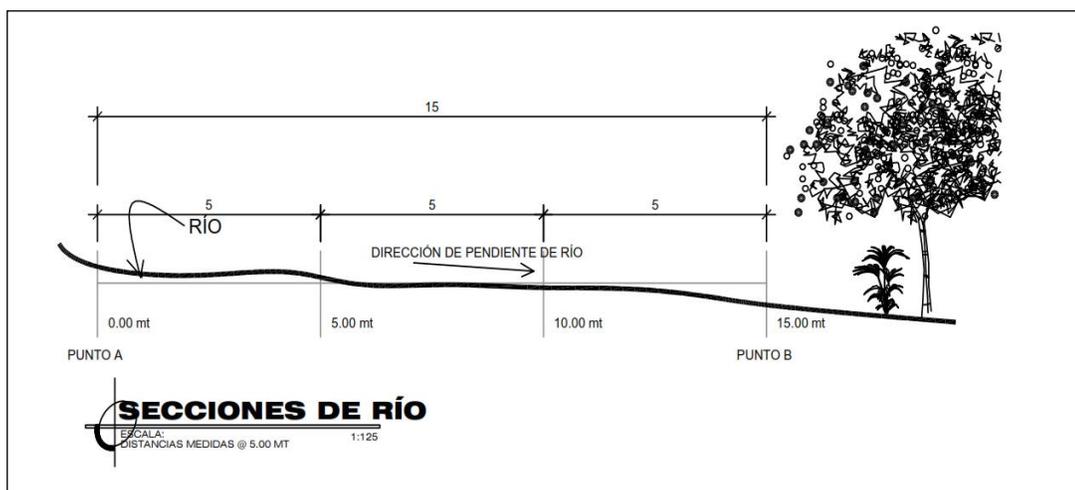
Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

### Actividad 2.3. Medición de sección longitudinal distribuida del río.

Se debe dividir la longitud total del río en secciones de 5 metros cada una y colocar estacas en ambos extremos del río, deben ser unidas mediante un cordel para facilitar la visualización de los tramos.

Figura 3

#### Sección longitudinal distribuida del río



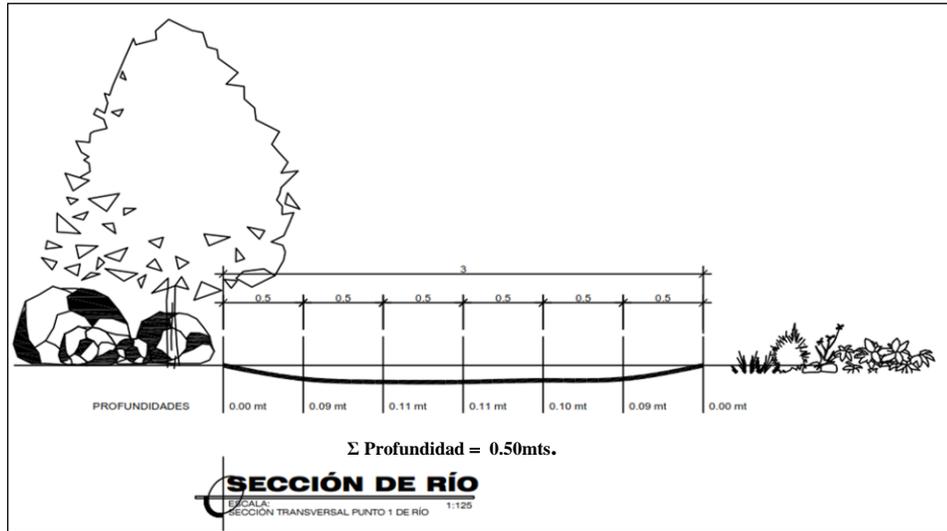
Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

### Actividad 2.4. Medición de secciones transversales del río para conocer volumen.

Se debe medir la profundidad desde la parte superior del caudal o punto A hasta el punto B, para el efecto deben medirse 4 secciones transversales del río con una distancia de 5 metros entre sí, es decir a partir de 0 m, 5 m, 10 m y 15 m; seguidamente se debe operar para obtener una profundidad promedio, que se multiplique por el ancho para determinar el área ( $m^2$ ), después por la longitud y así obtener la variable de la ecuación volumen ( $m^3$ ).

**Figura 4**  
**Sección transversal 1**

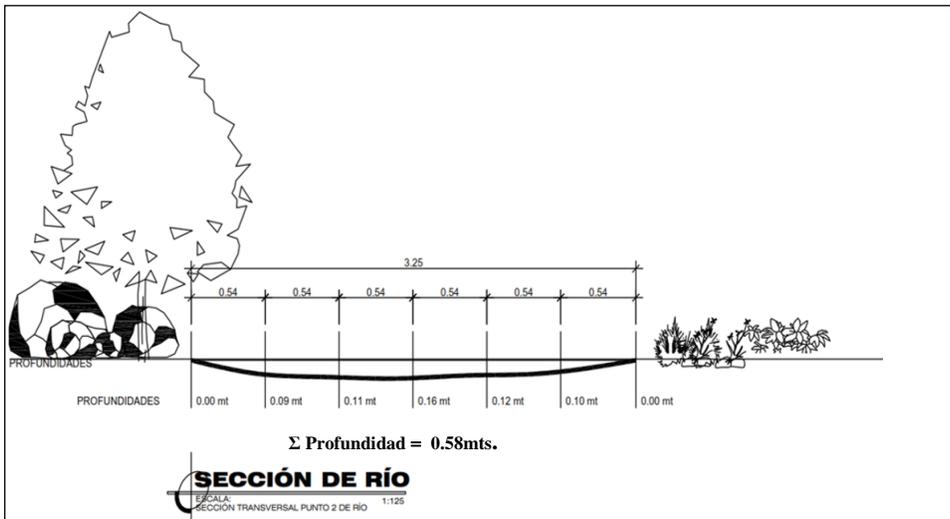
0.00m



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Figura 5**  
**Sección transversal 2**

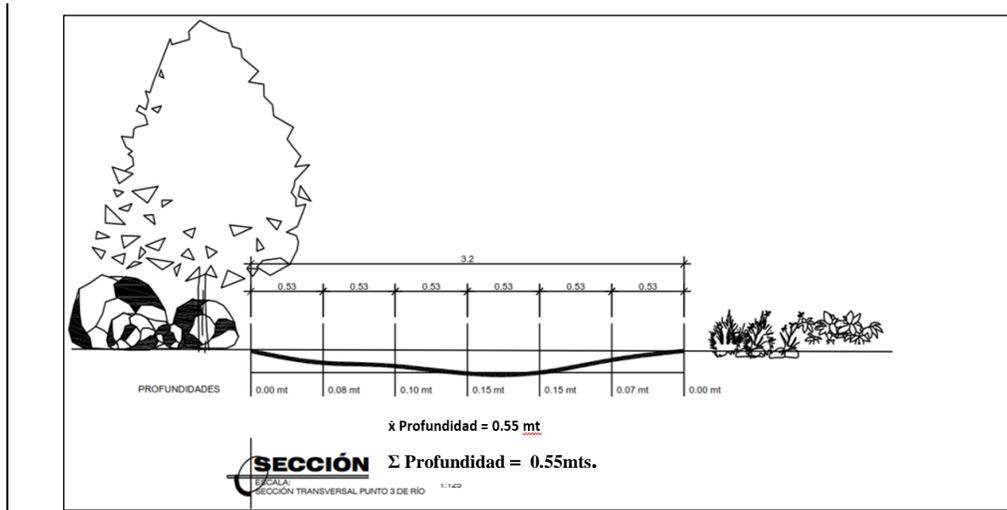
5.00m



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Figura 6**  
**Sección transversal 3**

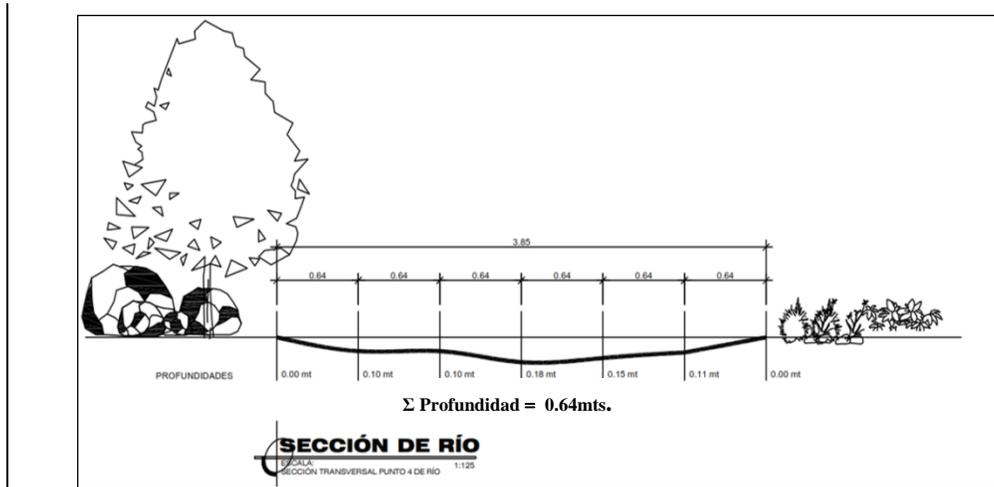
10.00m



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Figura 7**  
**Sección transversal 4**

15.00m



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Tabla 1**

**Sumatoria de profundidades de secciones del río, promedio y áreas.**

<b>Promedio De Profundidades</b>					
<b>Sección</b>	<b>Sumatoria profundidades</b>	<b>Partes</b>	<b>Promedio de profundidad</b>	<b>Ancho de río</b>	<b>Área total</b>
0	0.50	6	0.08	3.00	0.25
1	0.58	6	0.09	3.20	0.29
2	0.55	6	0.09	3.25	0.30
3	0.64	6	0.11	3.85	0.41

Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Tabla 2**

**Volumen de secciones del río y sumatoria total.**

<b>Cálculo de volumen</b>			
<b>Sección</b>	<b>Área</b>	<b>Longitud</b>	<b>Volumen</b>
0	0.25	0	0
1	0.29	5	1.45
2	0.30	5	1.50
3	0.41	5	2.05
<b><math>\Sigma</math> Volumen</b>			<b>5.00</b>

Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

### **Actividad 2.5. Medición de tiempo mediante método de flotador.**

Se debe ubicar una persona en cada una de las 4 secciones del río (4 personas), inmediatamente al soltar el flotador y tomar los tiempos respectivos (en segundos) al momento de pasar por cada estación, este procedimiento debe repetirse 3 veces y estimar el promedio de tiempo necesario para realizar el recorrido.

**Tabla 3**

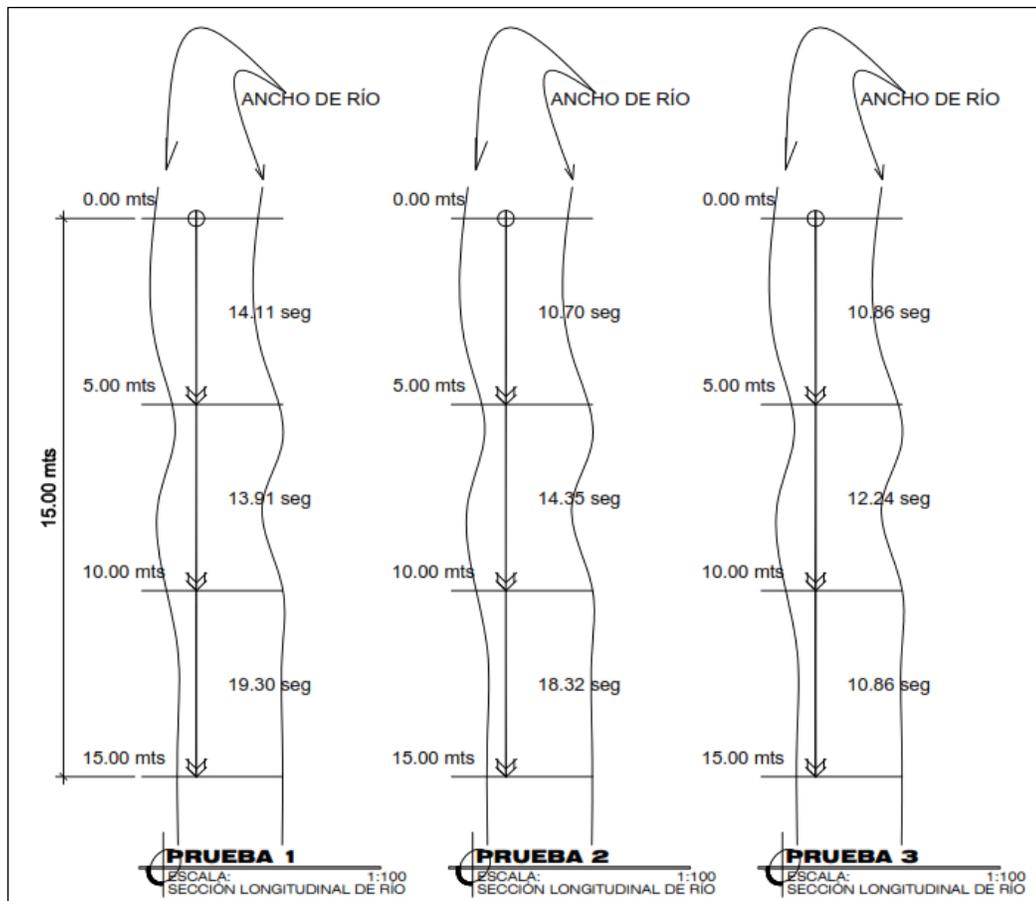
**Promedio de tiempo recorrido mediante método de flotador.**

Cálculo de tiempo		
Tiempos	Velocidad	Promedio
1	47.32	41.55
2	43.37	
3	33.96	

Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Figura 8**

**Esquema de tiempos recorridos mediante método de flotador.**



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

### Actividad 2.6. Determinación de caudal en el río.

Posterior a la obtención de los datos de volumen y tiempo de recorrido, se procede a reemplazar las ecuaciones en la fórmula original de caudal:

$$Q = \frac{V}{t}$$

**Tabla 4**

#### Reemplazo de datos en la fórmula y determinación de caudal del río.

Datos	
Volumen total (V)	5.00
Tiempo (t)	41.55
Caudal (Q)	0.16

Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

$$Q = \frac{5}{41.55} = 0.16 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

### Actividad 3. Diseño del puente.

La propuesta debe incluir el diseño para la construcción de una sección transversal de puente, el cual por la infraestructura del área se propone que sea un puente tipo badén, sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

De acuerdo a las características del área y necesidades de la población, se debe establecer como medidas del puente badén 20 metros de largo y 5 metros de ancho, a una altura de 1.42 mts., donde se deben realizar trabajos de instalación de tubería de concreto de Ø42'' x 1.00m de longitud.

Se deben realizar acciones tales como corte y relleno estructural con material tipo balastro. Así también, zanjeo, formateado y levantado de muro de contención a gravedad de concreto ciclópeo; armado, fundición, corte y sello de sisas de losa de concreto armado sobre la cual se movilizarán los vehículos y peatones. Armado y fundición de bordillos de concreto, armado sobre losa para delimitación de paso vehicular y peatonal. Fabricación e instalación de baranda metálica sobre bordillo longitudinal de tubo Ø2” galvanizado para protección a una altura de 1.06m.

Se propone la construcción de bordillo de concreto armado al inicio y finalización de la losa de concreto, para protección de la erosión y dragado conforme transcurra el tiempo. El relleno + compactación estructural con material selecto se debe realizar de tal manera que contenga la sección indicada en planos. Para culminar se propone la realización de los trabajos de dragado del río, con el fin de que la sección de tubo quede libre para el paso del caudal sin sobrepasar la capacidad máxima.

Para realizar el diseño se propone utilizar el software AutoCad 2017, donde se debe introducir la recopilación de datos obtenidos en el levantamiento topográfico, al igual que los valores de distancia y alturas respectivas, registrados en la libreta topográfica de campo, con base en lo que se debe lograr la digitalización del plano de curvas de nivel.

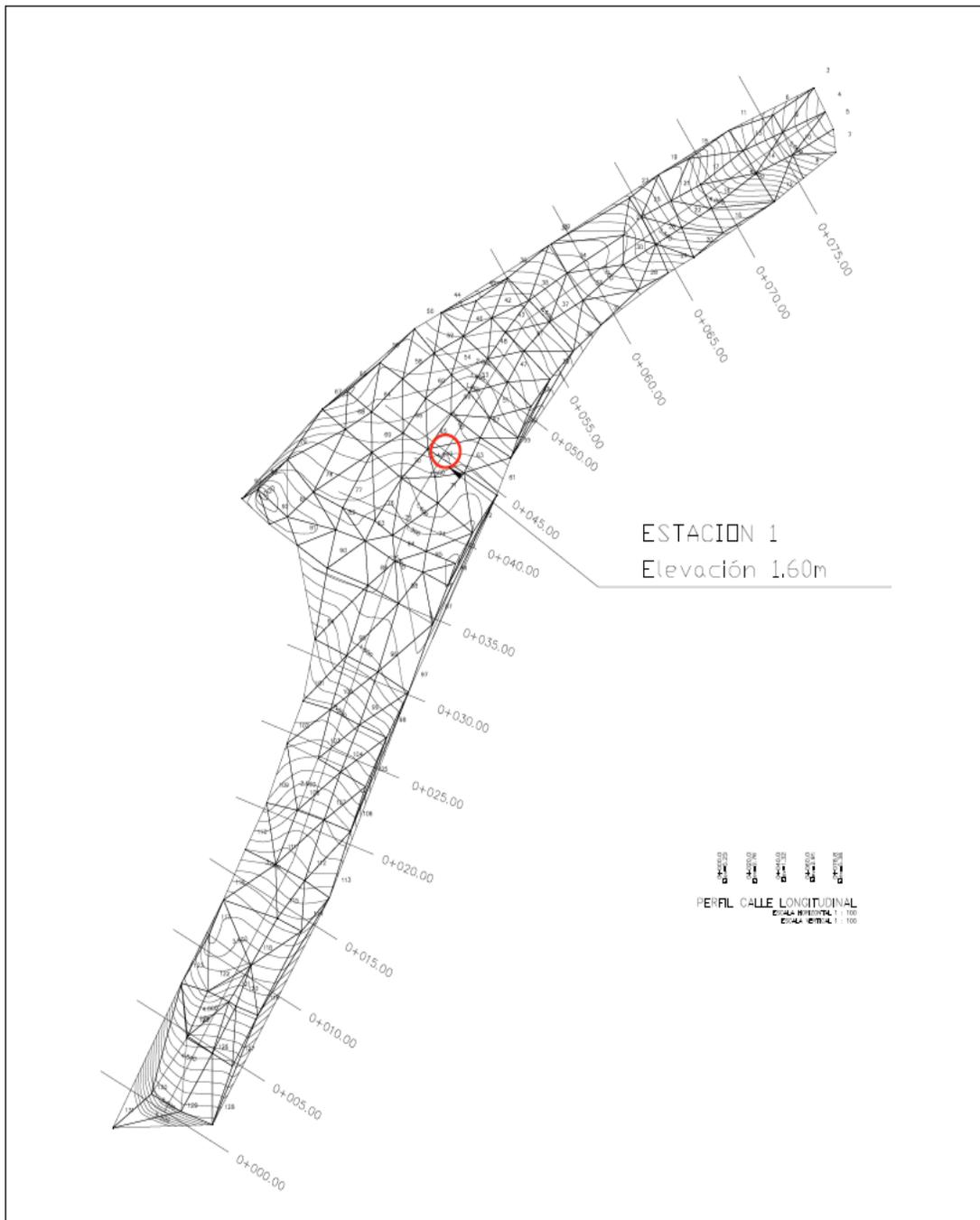
Con los datos que se obtengan debe ser posible la realización del perfil longitudinal y los perfiles transversales, para definir la irregularidad del área estudiada y a partir de lo cual se debe iniciar el diseño de la propuesta establecida.

Se propone combinar el puente badén con tubería (alcantarillado) debido a que se propicia el paso de agua, con este diseño se mantienen los vehículos fuera del alcance del caudal durante los periodos de flujos bajos. El tipo de puente permite el tránsito de la fauna acuática del lugar; sin que sea afectada por la nueva estructura.

En periodos de corriente alta debido a la lluvia, la estructura entera podría en tal caso, quedar debajo el agua sin afectar de manera agravada su integridad y funcionalidad.

## Plano 2

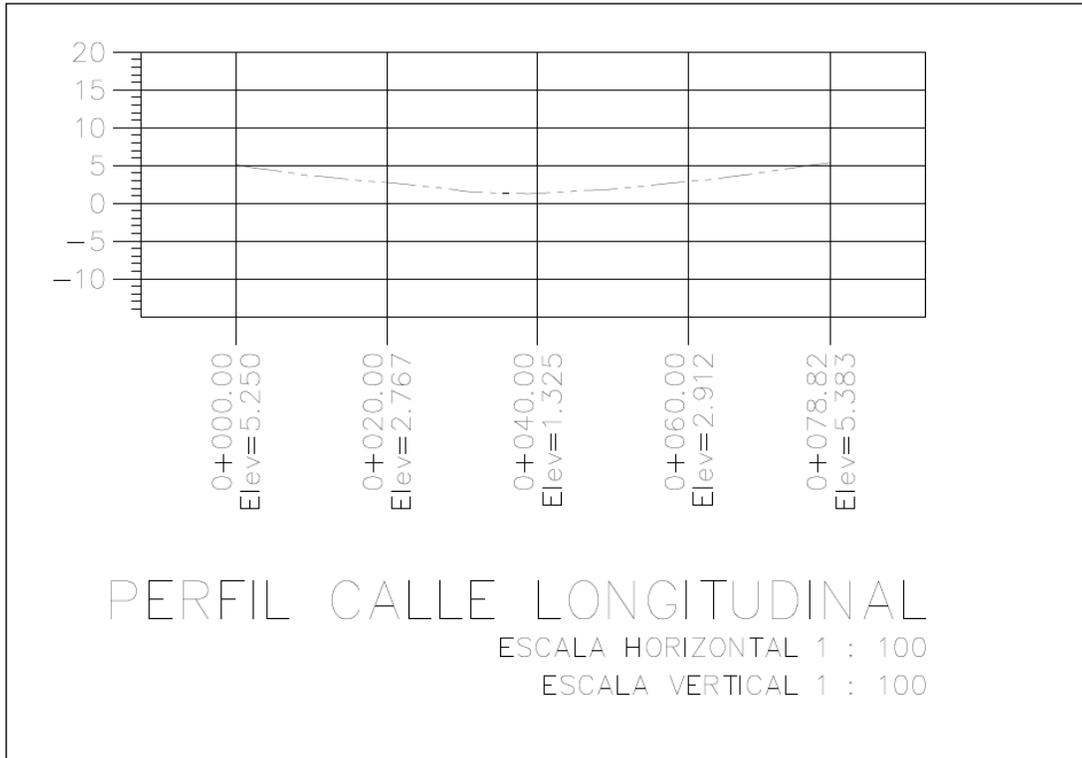
### Digitalización de curvas de nivel



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

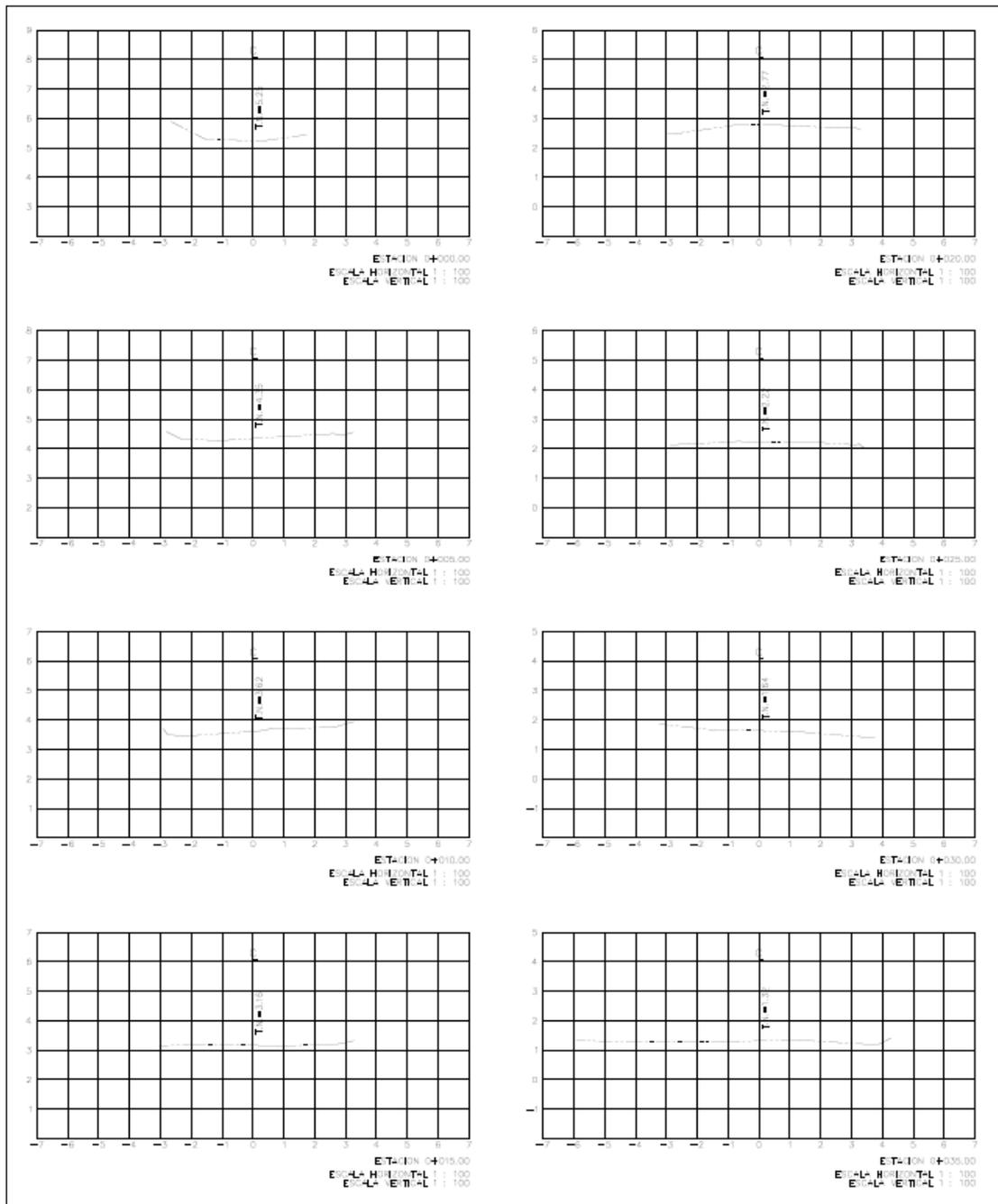
**Figura 9**

**Perfil longitudinal de calle**



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

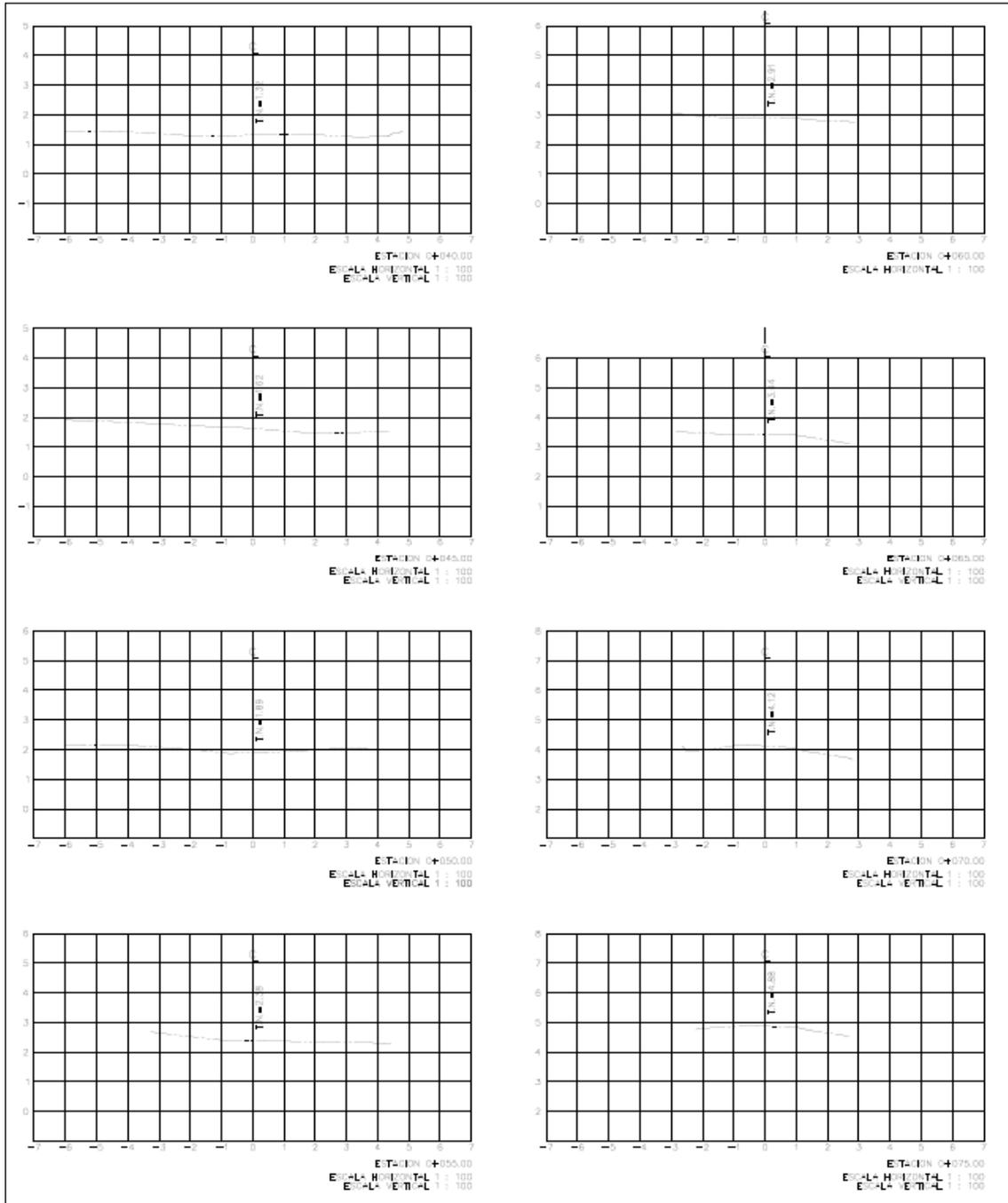
**Figura 10**  
**Perfiles transversales de calle**



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Figura 10**

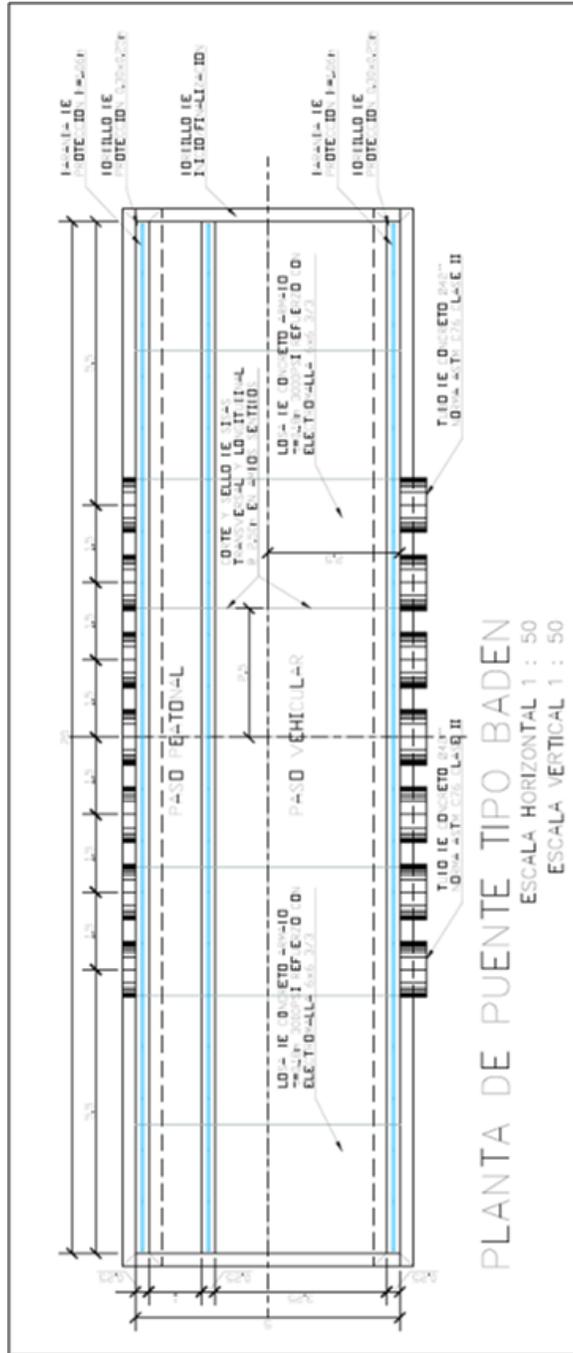
**Perfiles transversales en calle.**



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

Figura 11

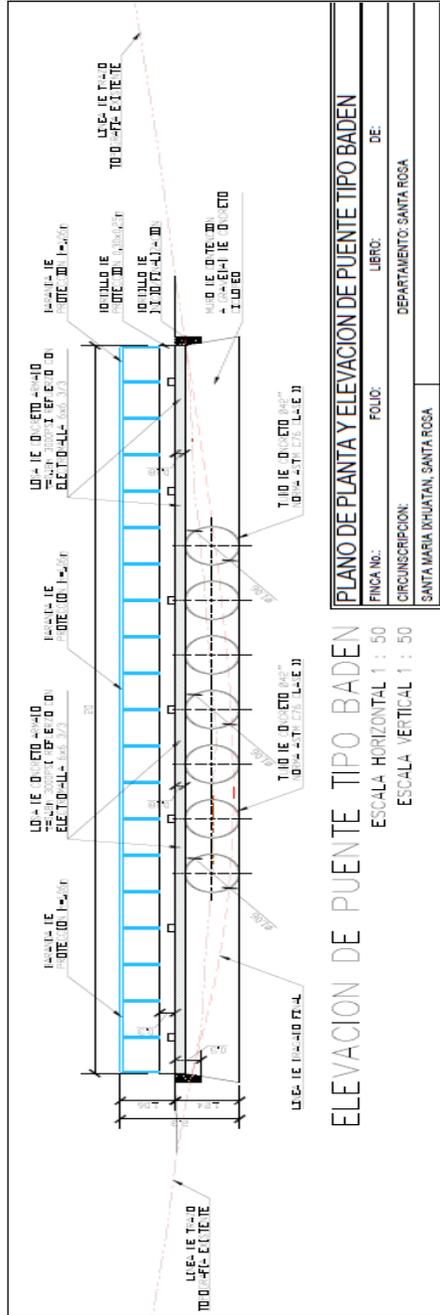
Planta y elevación de diseño de puente tipo badén.



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

Figura 12

Planta y elevación de diseño de puente tipo badén.

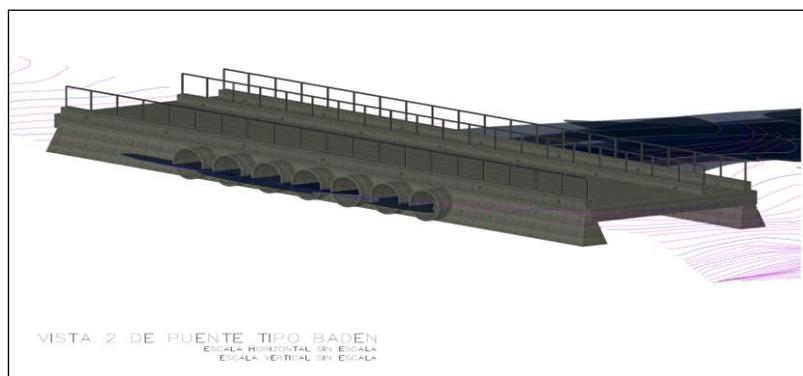
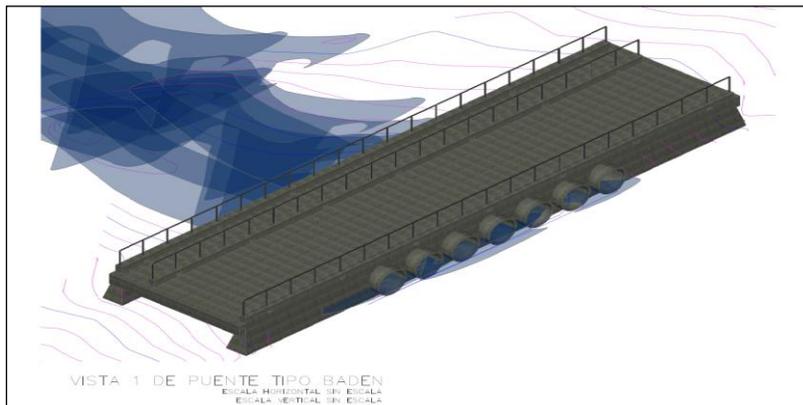
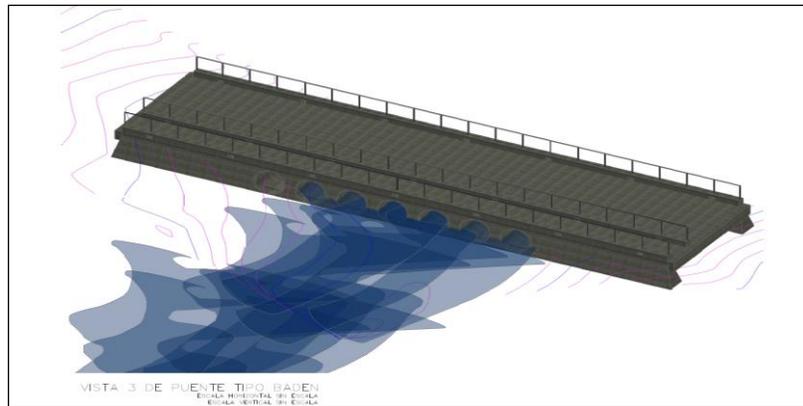


Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

Con la asistencia del software mencionado fue posible realizar la recreación en tercera dimensión (3D) del diseño propuesto.

**Figura 16, 17 y 18**

**Renderización (3D) del diseño propuesto.**



Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

#### **Actividad 4. Aprobación del diseño**

Para la aprobación del proyecto de la construcción del puente del río El Pital, ubicado en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, se debe contar con aspectos técnicos, tales como el levantamiento topográfico para conocer los distintos niveles donde se propone construir el puente; así como, la medición del caudal donde se propone utilizar el método de flotador, esto para determinar la factibilidad del proyecto.

Adicional a la parte técnica, es muy importante contar con la aprobación de las autoridades municipales para hacer viable el proyecto de construcción del puente, por lo que se propone realizar una reunión de alto nivel ante el alcalde, Concejo Municipal y representantes del consejo comunitario de desarrollo (COCODE) de aldeas circunvecinas, para la presentación de la problemática existente por la falta de la estructura del puente y las necesidades manifestadas por la población, para su aprobación y la gestión del financiamiento correspondiente para la aprobación del proyecto.

Para efecto de la aprobación se propone realizar una presentación de los planos de construcción del puente; así como, un detalle del presupuesto necesario para su desarrollo.

#### **Actividad 5. Compra y adquisición de recursos.**

Los recursos que sean estimados en la construcción del puente del río El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, serán adquiridos por la empresa a la que se haya adjudicado la construcción del puente por parte de la municipalidad, avalada por lo expresado en acuerdo municipal, donde se dió el visto bueno para llevar a cabo la construcción del puente. El Alcalde Municipal y su Corporación en reunión de Concejo deben aprobar el presupuesto para la construcción del puente.

Las calidad de la compra de los recursos materiales debe ser supervisada por parte de la Dirección Municipal de Planificación –DMP-, conjuntamente con la Tesorería

Municipal que es la dependencia es la encargada de facilitar el financiamiento para las compras. De acuerdo al monto a ejecutar, podrán realizarse las compras de los recursos materiales por medio de proveedores locales reconocidos, los que deben hacer entrega de certificaciones que garanticen la calidad de los materiales, esta acción puede dar confiabilidad y durabilidad del proyecto de construcción del puente del río El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, estos materiales serán entregados conforme al avance del proyecto o como lo decida el ingeniero encargado de supervisar el proyecto.

Los materiales que se propone para este proyecto son los siguientes:

Acero (hierro), arena, piedrín, alambre de amarre, electromalla, madera, cal y clavos.

#### **Actividad 6. Construcción del puente.**

La municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, deberá gestionar el presupuesto correspondiente y el aval por el Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP- de SEGEPLAN donde se apruebe el financiamiento para la construcción del puente El Pital, posteriormente publicar un evento en Guatecompras en su Sistema de Contrataciones y Adquisiciones, para la contratación de la empresa que ejecutará el proyecto de construcción de acuerdo a la Ley de Compras y Contrataciones del Estado.

Se estima que en un periodo de tiempo de aproximadamente 4 meses se puede ejecutar la construcción del puente, deberá ejecutarse en el segundo semestre del primer año de implementación de la propuesta.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Luego de haber concluido con el análisis y desarrollo de la propuesta, pudo llegarse a la formulación de las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### **IV.1 Conclusiones**

1. Previo a la realización de una obra de construcción de un puente es necesario realizar un levantamiento topográfico para conocer el nivel y curvas a nivel del área.
2. La medición previa del caudal de un río es importante para el diseño de la obra a establecer para determinar la resistencia y el diámetro de tubería a utilizar.
3. El caudal del río El Pital está estimado en  $0.16 \text{ m}^3/\text{s}$ , incrementándose aproximadamente hasta 0.80 en una época lluviosa por lo que se recomienda construir un puente badén.
4. Es necesario contar con la aprobación de las autoridades locales para viabilizar la construcción del puente.
5. La aprobación del presupuesto necesario es importante al igual que la planificación y programación para llevar a cabo la obra de construcción del puente.
6. Es oportuno realizar una visita previa y conjunta entre autoridades y profesionales del ramo de la construcción, al lugar de ubicación del proyecto para conocer la condición y situación del entorno.

#### **IV.2 Recomendaciones.**

1. Realizar un levantamiento topográfico para conocer el nivel y curvas a nivel del área, previo a la realización de una obra de construcción de un puente.
2. Medir el caudal del río El Pital previo al diseño de la obra a establecer para determinar la resistencia y el diámetro de tubería a utilizar.
3. Construir un puente badén sobre del río El Pital, pues de acuerdo a estudios previos realizados en la medición del caudal del río en época seca y lluviosa es el que más se adapta a las condiciones del caudal y del lugar.
4. Contar con la aprobación de las autoridades locales para viabilizar la construcción del puente.
5. Desarrollar la planificación y programación; y gestionar la aprobación del presupuesto necesario para llevar a cabo la obra de construcción del puente.
6. Realizar una visita previa y conjunta entre autoridades y profesionales del ramo de la construcción, al lugar de ubicación del proyecto para conocer la condición y situación del entorno.

## Anexo 1. Ajuste de costos y tiempo del resultado

### “Resultado 1. Proyecto de construcción de puente El Pital”

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario		Valor Total		Trimestres	Resultado	Renglón Presupuesto
				Q	-	Q	-	Año		
1. Levantamiento Topográfico	Vehículo (sin costo)	1	Unidad	Q	-	Q	-	T1/A1	1	325
	Combustible	8	Galones	Q	27.00	Q	216.00	T1/A1	1	262
	Alquiler de Estación Total	1	Unidad	Q	600.00	Q	600.00	T1/A1	1	327
	Baterías alcalinas AAA	4	Unidad	Q	5.00	Q	20.00	T1/A1	1	299
	Alimentos para personas (5) desayunos	5	Unidades	Q	30.00	Q	150.00	T1/A1	1	211
	Alimentos para personas (5) almuerzos	5	Unidades	Q	50.00	Q	250.00	T1/A1	1	211
	Alimentos para personas (5) cenas	5	Unidades	Q	40.00	Q	200.00	T1/A1	1	211
2. Medición del caudal	Cinta métrica de 25 metros	1	Unidad	Q	100.00	Q	100.00	T1/A1	1	268
	Pelota plástica	1	Unidad	Q	5.00	Q	5.00	T1/A1	1	268
	Cronómetro (sin costo)	1	Unidad	Q	100.00	Q	100.00	T1/A1	1	329
	Tabla para apuntes	1	Unidad	Q	25.00	Q	25.00	T1/A1	1	291
	Hojas de papel bond tamaño carta	25	Unidad	Q	0.20	Q	5.00	T1/A1	1	291
	Lapiceros	3	Unidad	Q	2.00	Q	6.00	T1/A1	1	291
	Lapiz	3	Unidad	Q	2.00	Q	6.00	T1/A1	1	291
	Borrador	1	Unidad	Q	2.00	Q	2.00	T1/A1	1	291
	Sacapuntas	1	Unidad	Q	1.00	Q	1.00	T1/A1	1	291
	Calculadora	1	Unidad	Q	75.00	Q	75.00	T1/A1	1	322
Pita de cañamo	10	Yardas	Q	1.00	Q	10.00	T1/A1	1	231	
3. Diseño del puente	Computadora (sin costo)	1	Unidad	Q	-	Q	-	T1-T2/A1	1	238
	Programa informático Autocad (sin costo)	1	Unidad	Q	-	Q	-	T1-T2/A1	1	186
	Servicio de internet	1	Paquete	Q	255.00	Q	255.00	T1-T2/A1	1	186
	Fuente de energía eléctrica	1	Unidad	Q	25.00	Q	25.00	T1-T2/A1	1	111
4. Aprobación del diseño	Salón de reuniones (sin costo)	1	Salón	Q	-	Q	-	T2/A1	1	151
	Mesas de trabajo para 5 personas (sin costo)	4	Unidad	Q	-	Q	-	T2/A1	1	151
	Sillas para 20 personas (sin costo)	20	Unidad	Q	-	Q	-	T2/A1	1	151
	Laptop (sin costo)	1	Unidad	Q	-	Q	-	T2/A1	1	328
	Proyector (sin costo)	1	Unidad	Q	-	Q	-	T2/A1	1	328
	Copia de formato para registro de participa	1	Unidad	Q	1.00	Q	1.00	T2/A1	1	122
	Libreta de apuntes	20	Unidad	Q	5.00	Q	100.00	T2/A1	1	291
<b>Van</b>						<b>Q</b>	<b>2,152.00</b>			

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	Trimestres	Resultado	Renglón Presupuesto
						Año		
<b>Vienen</b>					<b>Q 2,152.00</b>			
<b>4. Aprobación del diseño</b>	Copia de agenda de reunión	20	Unidad	Q 1.00	Q 20.00	T2/A1	1	122
	Lapiceros	20	Unidad	Q 2.00	Q 40.00	T2/A1	1	291
	Refacción para 20 personas	20	Unidad	Q 10.00	Q 200.00	T2/A1	1	211
	Impresión de juego de planos en blanco y negro	4	Unidad	Q 12.00	Q 48.00	T2/A1	1	122
	Documento de aprobación	1	Unidad	Q 75.00	Q 75.00	T2/A1	1	122
	Pita de cañamo	10	Yardas	Q 1.00	Q 10.00	T2/A1	1	231
<b>5. Compra y adquisición de insumos y 6. Construcción del puente</b>	Podadora	2	Día	Q 150.00	Q 300.00	T3-T4/A1	1	329
	Trabajador operativo	12	Día	Q 100.00	Q 1,200.00	T3-T4/A1	1	154
	Alquiler de equipo topográfico	2	Día	Q 350.00	Q 700.00	T3-T4/A1	1	154
	Cal hidratada	1	Saco	Q 30.00	Q 30.00	T3-T4/A1	1	224
	Topógrafo	2	Día	Q 325.00	Q 650.00	T3-T4/A1	1	188
	Auxiliar de topografía	2	Día	Q 225.00	Q 450.00	T3-T4/A1	1	188
	Andamios	10	Cama	Q 26.00	Q 260.00	T3-T4/A1	1	284
	Alquiler de concretera	85	Hora	Q 40.00	Q 3,400.00	T3-T4/A1	1	156
	Cemento	422	Saco	Q 75.00	Q 31,650.00	T3-T4/A1	1	274
	Arena de río	30	M3	Q 125.00	Q 3,750.00	T3-T4/A1	1	223
	Clavo de lámina	27	Libra	Q 5.50	Q 148.50	T3-T4/A1	1	283
	Clavos de 3"	25	Libra	Q 4.50	Q 112.50	T3-T4/A1	1	283
	Lámina acanalada de segunda Cal.24x 12'	63	Unidad	Q 50.00	Q 3,150.00	T3-T4/A1	1	284
	Madera de pino rústico	605	Ft	Q 5.50	Q 3,327.50	T3-T4/A1	1	214
	Construcción de bodega	75	M2	Q 10.00	Q 750.00	T3-T4/A1	1	284
	Alquiler de baño portátil	4	Mes	Q 1,500.00	Q 6,000.00	T3-T4/A1	1	151
	Cisterna estacionaria 1000 galones 1 por m	4	Unidad	Q 1,125.00	Q 4,500.00	T3-T4/A1	1	279
	Alquiler de camión cisterna 7.5m3	16	Viaje	Q 400.00	Q 6,400.00	T3-T4/A1	1	156
	Planta eléctrica 4kw a gasolina	1	Unidad	Q 7,200.00	Q 7,200.00	T3-T4/A1	1	329
	Gasolina regular	120	Galón	Q 21.50	Q 2,580.00	T3-T4/A1	1	262
	Alquiler de retro excavadora	30	Hora	Q 350.00	Q 10,500.00	T3-T4/A1	1	154
	Camión de volteo	75	M3	Q 60.00	Q 4,500.00	T3-T4/A1	1	154
Alquiler de martillo demoledor	6	Día	Q 250.00	Q 1,500.00	T3-T4/A1	1	154	
<b>Van</b>					<b>Q 95,603.50</b>			

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	Trimestres	Resultado	Renglón Presupuesto
						Año		
<b>Vienen</b>					<b>Q</b>	<b>95,603.50</b>		
<b>5. Compra y adquisición de insumos y 6. Construcción del puente</b>	Diesel	170	Galón	Q 20.50	Q 3,485.00	T1-T2/A1	1	262
	Trabajos de albañilería	20	Día	Q 150.00	Q 3,000.00	T1-T2/A1	1	031
	Minicargador	19	Hora	Q 250.00	Q 4,750.00	T1-T2/A1	1	154
	Alquiler de rodo no tripulado	2	Día	Q 500.00	Q 1,000.00	T1-T2/A1	1	154
	Balastro	25	M3	Q 115.00	Q 2,875.00	T1-T2/A1	1	223
	Relleno con balastro a mano	20	M2	Q 45.00	Q 900.00	T1-T2/A1	1	223
	Compactación de balastro	100	M2	Q 10.00	Q 1,000.00	T1-T2/A1	1	154
	Tubo de concreto 42"x 1.00m	49	Unidad	Q 961.78	Q 47,127.22	T1-T2/A1	1	275
	Lazo 1"	15	M1	Q 15.00	Q 225.00	T1-T2/A1	1	231
	Instalación de tubo de concreto	49	Unidad	Q 75.00	Q 3,675.00	T1-T2/A1	1	275
	Piedra bola	24	M3	Q 350.00	Q 8,400.00	T1-T2/A1	1	275
	Levantado de muro de piedra	22	M3	Q 175.00	Q 3,850.00	T1-T2/A1	1	031
	Formaleteado	85	M2	Q 25.00	Q 2,125.00	T1-T2/A1	1	031
	Desformaleteado	85	M2	Q 10.00	Q 850.00	T1-T2/A1	1	031
	Alquiler de vibrador para concreto	80	Hora	Q 35.00	Q 2,800.00	T1-T2/A1	1	154
	Piedrin	18	M3	Q 225.00	Q 4,050.00	T1-T2/A1	1	223
	Varilla lisa 3/8"x 20' Grado 40	52	Unidad	Q 23.75	Q 1,235.00	T1-T2/A1	1	284
	Varilla lisa 1/4"x 20' Grado 40	46	Unidad	Q 9.50	Q 437.00	T1-T2/A1	1	284
	Alambre de amarre	31	Libra	Q 3.75	Q 116.25	T1-T2/A1	1	283
	Armado 3/8"	308	M1	Q 2.10	Q 646.80	T1-T2/A1	1	284
	Armado 1/4"	275	M1	Q 1.50	Q 412.50	T1-T2/A1	1	284
	Preparación de concreto	19	M3	Q 150.00	Q 2,850.00	T1-T2/A1	1	031
	Colocación de concreto	24	M3	Q 70.00	Q 1,680.00	T1-T2/A1	1	031
	Encofrado	180	M1	Q 10.00	Q 1,800.00	T1-T2/A1	1	031
	Desencofrado	180	M1	Q 5.00	Q 900.00	T1-T2/A1	1	031
	Alquiler de minicargador	9	Hora	Q 250.00	Q 2,250.00	T1-T2/A1	1	154
	Material selecto	82	M3	Q 70.00	Q 5,740.00	T1-T2/A1	1	223
	Relleno con material selecto a mano	71	M2	Q 45.00	Q 3,195.00	T1-T2/A1	1	223
	Compactación de material selecto	100	M2	Q 10.00	Q 1,000.00	T1-T2/A1	1	223
	<b>Van</b>					<b>Q</b>	<b>207,978.27</b>	

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	Trimestres	Resultado	Renglón Presupuesto
						Año		
<b>Vienen</b>					<b>Q 207,978.27</b>			
<b>5. Compra y adquisición de insumos y 6. Construcción del puente</b>	Alquiler de cortadora de concreto	110	MI	Q 350.00	Q 38,500.00	T1-T2/A1	1	154
	Electromalla 6x6 3/3	10	Unidad	Q 330.85	Q 3,308.50	T1-T2/A1	1	283
	Sika rod 1/4"	40	MI	Q 1.25	Q 50.00	T1-T2/A1	1	284
	Sikaflex 1a color gris	8	Cartucho	Q 55.00	Q 440.00	T1-T2/A1	1	284
	Armado con electromalla	100	MI	Q 20.00	Q 2,000.00	T1-T2/A1	1	031
	Acabado sobre concreto	185	MI	Q 25.00	Q 4,625.00	T1-T2/A1	1	031
	Sello de sisas	40	MI	Q 5.00	Q 200.00	T1-T2/A1	1	031
	Preparación de concreto por metro	5	M3	Q 150.00	Q 675.00	T1-T2/A1	1	031
	Tubo galvanizado Ø2"x 20'	10	Unidad	Q 325.00	Q 3,250.00	T1-T2/A1	1	284
	Pintura anticorrosiva	3	Galón	Q 116.00	Q 232.00	T1-T2/A1	1	267
	Thinner	3	Galón	Q 60.00	Q 120.00	T1-T2/A1	1	269
	Brocha 3"	13	Unidad	Q 20.00	Q 120.00	T1-T2/A1	1	214
	Wipe	7	Libra	Q 15.00	Q 90.00	T1-T2/A1	1	231
	Electrodo 60-13 1/8"	15	Libra	Q 15.00	Q 225.00	T1-T2/A1	1	289
	Disco de corte para metal 9"	5	Unidad	Q 30.00	Q 120.00	T1-T2/A1	1	289
	Disco para pulir metal 4 1/2"	4	Unidad	Q 20.00	Q 80.00	T1-T2/A1	1	289
	Masking tape	6	Unidad	Q 10.00	Q 60.00	T1-T2/A1	1	291
	Prensa o papel periódico	25	Libra	Q 5.00	Q 125.00	T1-T2/A1	1	242
	Trabajos de herrería	63	MI	Q 150.00	Q 9,000.00	T1-T2/A1	1	031
	Ayudante	6	Día	Q 100.00	Q 600.00	T1-T2/A1	1	031
	Alquiler de excavadora	8	Hora	Q 750.00	Q 6,000.00	T1-T2/A1	1	154
	Extracción de material	72	M3	Q 80.00	Q 5,760.00	T1-T2/A1	1	155
	Lámina lisa 3/64"x 4'x 8' chapa 22	1	Unidad	Q 225.69	Q 225.69	T1-T2/A1	1	284
	Tubo cuadrado 2"x 2" chapa 20	2	Unidad	Q 150.00	Q 225.00	T1-T2/A1	1	284
	Tubo angular de metal 2"x 3/16"	2	Unidad	Q 150.00	Q 225.00	T1-T2/A1	1	284
	Costanera 2"x 4"x 3/16"	3	Unidad	Q 104.40	Q 313.20	T1-T2/A1	1	284
	Electrodo 60-13 1/8"	3	Libra	Q 15.00	Q 45.00	T1-T2/A1	1	289
	Disco para pulir metal 4 1/2"	1	Unidad	Q 20.00	Q 20.00	T1-T2/A1	1	289
	Manta vinílica	3	M2	Q 55.00	Q 165.00	T1-T2/A1	1	121
	<b>Sub-total - Van</b>					<b>Q 284,777.66</b>		
<b>10% de imprevistos</b>					<b>Q 28,477.77</b>			<b>914</b>
<b>Van</b>					<b>Q 313,255.43</b>			
<b>30</b>								

**Anexo 2. Plan de trabajo del resultado.**

No.	Resultado y actividades	Año 1				Año 2				Año 3			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	<b>Resultado</b> Proyecto para la construcción de puente El Pital.												
2	<b>Actividad 1</b> Levantamiento topográfico.												
3	<b>Actividad 2</b> Medición del caudal río El Pital.												
4	<b>Actividad 3</b> Diseño de puente.												
5	<b>Actividad 4</b> Aprobación del diseño.												
6	<b>Actividad 5</b> Compra y adquisición de insumos.												
7	<b>Actividad 6</b> Construcción del puente.												

### **Anexo 3. Aportes de la investigación.**

#### **Medición del caudal**

Como un aporte se realizó la medición del caudal del río El Pital, para lo cual se propone utilizar el método del flotador, a partir de lo cual el caudal fue estimado en 0.16 metros<sup>3</sup> por segundo en la temporada de verano; situación que se incrementa aproximadamente en un 500% en la época de invierno, estimándose en 0.80 metros<sup>3</sup> por segundo. (Tabla 1, 2, 3 y 4, páginas 16, 17 y 18 respectivamente)

#### **Levantamiento topográfico.**

Entre las actividades desarrolladas por el grupo de investigación se realizó un reconocimiento del área, puntos de origen a partir del cual se deben realizar mediciones hacia el noreste a una distancia de 30 metros del punto de partida y posteriormente, hacia el suroeste a una distancia de 45 metros, respectivamente, para que finalmente se consolidó el levantamiento topográfico que permitió conocer las características del área donde se propone construir el puente.

#### **Diseño del puente**

##### **Plano 1. Ubicación de puntos para procedimiento de levantado topográfico**

Con el apoyo del software AutoCad 2017, donde se debe introducir la recopilación de datos obtenidos en el levantamiento topográfico, al igual que los valores de distancia y alturas respectivas, registrados en la libreta topográfica de campo, se logró la digitalización del plano de curvas de nivel. (Página 10 del resultado)

## **Plano 2. Digitalización de curvas de nivel.**

Con los datos anteriores fue posible la realización del perfil longitudinal y los perfiles transversales, los cuales definieron la irregularidad del área estudiada y a partir de lo cual se pudo iniciar el diseño de la propuesta establecida. (Página 20 del resultado)

## **Figura 11. Planta y elevación de diseño de puente tipo badén**

Se propone combinar el puente badén con tubería (alcantarillado) debido a que se propicia el paso de agua, con este diseño se mantienen los vehículos fuera del alcance del caudal durante los periodos de flujos bajos. El tipo de puente permite el tránsito de la fauna acuática del lugar; sin que sea afectada por la nueva estructura.

En periodos de corriente alta debido a la lluvia, la estructura entera podría en tal caso, quedar debajo el agua sin afectar de manera agravada su integridad y funcionalidad. (Página 24 y 25 del resultado)

## Informe Final de Graduación

### RESULTADO II PROGRAMA DE ESTABLECIMIENTO DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:  
Héctor Ovidio Ortega Montes de Oca

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado  
en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural De Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2020.

Este documento fue presentado por el autor previo a obtener el título de Licenciado en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

## ÍNDICE

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y LOS RESULTADOS QUE LA INTEGRAN.....	3
III.	DESARROLLO DEL RESULTADO.....	4
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	18
IV.1	Conclusiones.....	18
IV.2	Recomendaciones. ....	19

ANEXOS

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.	Ajuste de costos y tiempo del resultado.....	20
2.	Plan de trabajo del resultado .....	22

## I. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con lo estipulado en el programa de graduación de la Universidad Rural de Guatemala fue elaborado el presente documento **“Programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento del puente El Pital”**, previo a optar al título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado.

El objetivo principal del presente resultado lo constituye la propuesta de implementación de señalización vial en áreas cercanas al puente El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa y el diseño de su mantenimiento, estimación del material necesario para el efecto y un presupuesto de los costos para su implementación; así como, los beneficios que puede tener para la comunicación vial de la población de las comunidades de aldeas circunvecinas.

Es de considerar que al ser construido un puente sobre el río El Pital, va a vencerse el obstáculo que limitaba el atravesarse el río. A pesar de que se propone construir un puente pequeño de 20 metros de largo por 5 metros de ancho, cada parte que comprende el puente demanda de un mantenimiento especial; esto para que su estructura trabaje a su máxima capacidad funcional y operativa.

Los trabajos de mantenimiento que se propone llevar a cabo en el puente, se deben realizar para preservar o reparar la estructura y lograr así un buen funcionamiento del mismo, de tal manera que se permita a la población realizar sus actividades cotidianas, agrícolas, de comercio y estudiantiles; que es lo que garantiza la satisfacción de necesidades básicas de la población.

El puente debe tener distintas estructuras y a cada una de ellas se debe dar un mantenimiento periódico preventivo, correctivo o predictivo del cual se debe encargar la municipalidad, este puede ser un mantenimiento general en el que se realicen

actividades de limpieza de manera periódica, con la ayuda de personal operativo para retirar escombros o restos de materiales, realizar el demarcado de las vías y colocación de señales de precaución.

Así también, puede brindarse ser un mantenimiento mayor que podría reducir los problemas estructurales y detectar posibles fallas o accidentes viales, las deficiencias se pueden solucionar cuando se apliquen criterios de construcción sobre la parte del puente que se vaya a trabajar, su objetivo real es que su estructura perdure en el tiempo y se pueda mantener totalmente operativa y le facilitar la movilización de personas.

Para el desarrollo del resultado deben realizarse (6) actividades que se describen a continuación:

1. Establecimiento de señalización vial,
2. Diseño del mantenimiento de infraestructura de puente El Pital,
3. Diseño del mantenimiento predictivo o preventivo,
4. Diseño del mantenimiento correctivo,
5. Aprobación del diseño,
6. Compra y adquisición de recursos,
7. Establecimiento de la señalización y mantenimiento.

## **II. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS QUE LA INTEGRAN**

En el documento se incluye el proyecto de construcción de puente El Pital. Con su implementación, se pretende que su estructura perdure en el tiempo y se pueda mantener totalmente operativa y para que la población pueda realizar sus actividades cotidianas, agrícolas, de comercio y estudiantiles; que es lo que mantiene la economía de la población y desarrollo de una determinada localidad.

### **Resultado 1. Proyecto para la construcción de puente El Pital.**

Este resultado constituye el diseño para la construcción de puente sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, estimación del material necesario para el efecto y un presupuesto de los costos.

### **Resultado 2. Programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento.**

Describe el desarrollo de acciones para el establecimiento de señalización vial en áreas cercanas al puente El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa al y diseño del mantenimiento de su infraestructura, estimación de recursos necesarios y un presupuesto de costos para su implementación; así como, beneficios que tendrá para la comunicación vial de la población de las comunidades de aldeas circunvecinas.

### **Resultado 3. Programa de fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.**

Por medio de la ejecución de este resultado se espera fortalecer a la dependencia de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, que será la encargada de la administración del proyecto de construcción de puente El Pital, con relación a la dotación de los recursos humanos por medio de la contratación de personal, aspectos administrativos y financieros necesarios para la ejecución del proyecto de construcción de su infraestructura, funcionamiento y mantenimiento.

### **III. DESARROLLO DEL RESULTADO**

#### **Actividad 1. Establecimiento de la señalización vial**

Para el ordenamiento del tránsito es importante y necesario el establecimiento de señalización vial en áreas circunvecinas al puente El Pital, sin estas los conductores o transeúntes podrían enfrentarse a contrariedades y tener obstáculos que podrían impedir su normal desplazamiento. Al tenerse establecidas, el conductor podría conocer el sentido de la vía que transita, velocidad establecida para ese tramo, es decir si la debe mantener o reducir, el momento en el que puede rebasar y adelantarse a otro vehículo.

En este caso, como se trata del establecimiento de un puente es necesario conocer el peso que soporta la estructura, los giros permitidos o prohibidos y cualquier otra señal importante para evitar accidentes de graves consecuencias.

Se deben pintar líneas amarillas al centro y blancas en los laterales, que son importantes cuando hay tránsito nocturno, pues estas líneas pueden orientar el tránsito. Por lo planteado previamente, es necesario mantener las señales en buen estado y denunciar ante las autoridades a quien las maltrate. En los párrafos siguientes se describe el tipo de señalización y las características que se propone que tenga la señalización que se establezca.

#### **Señalización vertical**

Se propone la instalación de señales verticales en las áreas cercanas al puente del río El Pital, para mantener al conductor y peatón orientado; y con las medidas que aseguren su bienestar al utilizar adecuadamente la infraestructura que se establezca, la señalización del puente se hace para evitar accidentes; así mismo, se propone la socialización de la construcción de la obra, para dar a conocer a la población el

significado de cada una de las señales que están colocadas sobre el puente y la carretera.

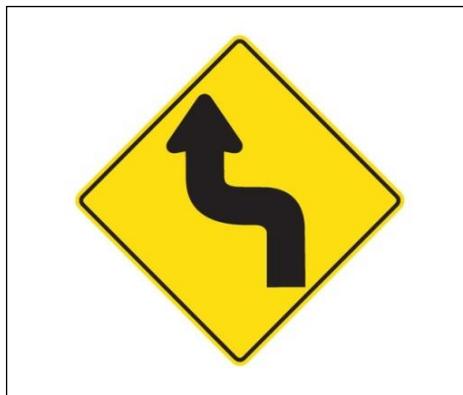
### **Especificaciones generales de la señalización.**

Es necesario establecer señales de información y de prevención en el trayecto que se recorra hasta el puente El Pital.

**1.1 Señales de prevención:** Es necesario establecer una señal que refiere la existencia de curvas para advertir al conductor que pueden circunstancias que afecten su movilidad o lo pongan en peligro, éstas deben tener símbolos de color negro, sobre un fondo amarillo. Con esta señalización el conductor deberá tomar en cuenta las precauciones necesarias. Debe estimarse una distancia previa de 200 metros para indicar que a continuación se presentan curvas en el recorrido.

**Figura 1.**

**Zona de curvas**



Fuente: (SAR Avery Dennison, 2013)

**1.2 Señales de información:** Para anunciar al conductor o peatón la cercanía del puente; las señales para el paso por el puente sobre el río El Pital, deben contar con leyendas de color negro sobre un fondo amarillo. En este caso debe establecerse una señal de cercanía al puente 100 metros antes de llegar al mismo y que se recomienda disminuir la velocidad.

**Figura 2.**

**Puente El Pital a 100 metros disminuya su velocidad**



Fuente: (Muñoz, 2018)

Así también, colocar un rotulo que refiera que 3 kilómetros en sentido Norte se ubica aldea Irayol y 2.5 kilómetros en sentido Sur se encuentra aldea Santa Bárbara, estas señales deben ser rectangulares y estar escritas con letras negras sobre un fondo blanco.

**Figura 3.**

**Distancia de puente hacia aldea Irayol**

Aldea Irayol a 3 kilómetros en  
sentido Norte.

Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**Figura 4.**

**Distancia de puente hacia aldea Santa Bárbara**

Aldea Santa Bárbara a 2.5  
kilómetros en sentido Sur.

Fuente: De León, E.; Ortega, H.; Quiná, E., mayo 2018.

**1.3 Señales restrictivas:** Es necesario indicar a los conductores sobre las limitaciones de velocidad al hacer uso del paso sobre el puente para evitar percances. La señal debe tener símbolos y leyendas de color negro, sobre un fondo color blanco, pueden contar con líneas o símbolos de color rojo. En este caso debe ubicarse una señal donde se indique que la velocidad máxima es de 20 kilómetros por hora y ser ubicada 50 metros antes del puente.

**Figura 5.**  
**Velocidad máxima.**



Fuente: (Sighshop, 2015)

Es una obligación para los conductores ceder el paso en el cruce del puente, debido a que éste es de una sola vía, en ese caso debe darse prioridad a los vehículos que provienen del centro del municipio. Esta señal debe llevar en su interior la leyenda “Ceda el paso”.

**Figura 6.**

**Ceda el paso**



Fuente: (Escuela de Educación Vial de la Policía Local, Murcia, España).

**Procedimientos de construcción y establecimiento de señales de información, de prevención y restrictivas:**

- a. Fabricación:** Las señales deben ser fabricadas en lámina galvanizada calibre 16 (1.52 mm), tipo charola troquelada, con doblez perimetral a 90 grados de 2.5 cm. (1”), para darle rigidez.

El fondo de las señales será:

El diamante debe tener un mínimo de 45 centímetros por lado y un máximo de 90, el poste debe tener un perfil tubular galvanizado de calibre 14 (1.90 mm.), para permitir una altura libre a la parte baja de la señal, de 1.50 metros, instalado en base de concreto simple, con sistema de anclado a base de varilla, ángulo o tornillo. ( (SIECA, 2014)

- **Señales de información general (SIG):** Fondo de película reflejante de grado diamante, cubo e impresión de símbolos o leyendas en tinta serigráfica y/o película reflejante alta intensidad prismática, según sea el caso.

- **Señales restrictivas (SR):** Se utilizará fondo de película reflejante de grado diamante cubo color blanco, y símbolos o leyendas, en tinta serigráfica y/o película en reflejante alta intensidad prismático.

En el caso de que se utilice película reflejante adherida en la lámina, es necesario cubrir la señal con película transparente que sea resistente a los cambios de temperatura. Si se utiliza soldadura eléctrica se puede reforzar la fijación de la base con el diamante. Es necesario limpiar estas señales de manera periódica y eliminarse completamente el óxido para evitar su deterioro y cubrirse con pintura anticorrosiva plateada para evitar óxido de las mismas.

**b. Consideraciones adicionales para la señalización**

- Debe ser establecida con concreto hecho en el lugar de la obra y,
- Tener un punto de soldadura por encima de la tuerca que asegura el perno de la señal sobre el poste,
- Las señales deben limpiarse y aplicar pintura anticorrosiva para evitar óxido en la estructura.

**c. Material reflectivo**

El material a utilizar en la fabricación de la señalización debe cumplir con las características siguientes:

- Grado diamante cubo, lámina reflectiva tipo XI, según la norma ASTM (American Society for Testing and Materials) D4956-09 Standard Specification for Retroreflective Sheeting for Traffic Control; (SIECA, 2000)

**d. Señalización horizontal**

El trabajo consiste en pintar las líneas laterales que limitan el área transitable del puente que se construirá sobre el río El Pital, a fin de que los conductores y peatones

puedan identificar el área transitable y realizar maniobras de forma segura; así como, resguardar su integridad.

Para la ejecución de dicho trabajo, se deben realizar las siguientes actividades:

- a. Limpieza y trazo sobre la superficie del puente.
- b. Aplicación de la pintura en las líneas laterales del puente.
- c. Protección de líneas pintadas.

Método de trabajo: Limpieza y pre marca de la superficie del puente.

Establecimiento de la señalización vial

La municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, deberá gestionar el presupuesto correspondiente y el aval por el Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP- de SEGEPLAN donde se apruebe el financiamiento para la señalización, posteriormente publicar un evento en Guatecompras en su Sistema de Contrataciones y Adquisiciones, para la contratación de la empresa que ejecutará el proyecto de acuerdo a la Ley de Compras y Contrataciones del Estado, tal acción podrá ser desarrollada por la empresa que se encargue de la construcción del puente El Pital.

Se estima que en un periodo de tiempo de aproximadamente 1 mes después de ejecutada la construcción del puente se puede realizar el establecimiento de la señalización vial, misma que puede realizar la misma empresa que ejecute la obra de infraestructura.

## **Actividad 2. Diseño del mantenimiento de infraestructura de puente El Pital**

Posterior a la construcción del puente El Pital, es necesario dar mantenimiento a la construcción, si fuera necesario y en función de la intensidad del tránsito del área. Se debe tomar en cuenta, que el mantenimiento mayor consiste en soldar las piezas que pudieran haberse desprendido, el cambio completo de la pieza si estuviera muy dañada o mantenimientos menores como limpieza.

### **Descripción de acciones necesarias para orientar el mantenimiento de puente sobre el río El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.**

#### **Razones para realizar el mantenimiento**

Es necesario realizar el mantenimiento de puente del río El Pital para que su infraestructura tenga una vida útil más prolongada y su diseño siempre se mantenga en el mejor estado.

#### **Estimación de la vida útil de un puente**

La vida útil de un puente está estimada en un tiempo de 20 años, esto según la circulación que puede tener a diario.

#### **Principales operaciones de mantenimiento**

El mantenimiento del puente puede realizarse en función del área afectada, las causas y las posibles intervenciones; tanto preventivas, como correctivas y garantizar las condiciones adecuadas de vida y servicio del puente.

Los tipos de mantenimiento que se sugieren son los siguientes:

- Predictivo o preventivo,
- Correctivo.

### **Secciones del puente que necesitan mantenimiento semestral**

- Drenajes,
- Bordillo,
- Paso peatonal (banqueta),
- Juntas,
- Bases,
- Barandas.

### **Actividad 3. Diseño del mantenimiento predictivo o preventivo.**

El mantenimiento predictivo debe realizarse para diagnosticar las fallas o deformaciones que pueda tener el puente por el paso de vehículos; o por fenómenos naturales que puedan causar daños a la estructura del puente.

Es oportuno durante las visitas de campo que se pueden programar de manera mensual, para observar las condiciones en las que se encuentra el puente, en la que se realiza una evaluación para anticipar las fallas que pueda presentar la estructura.

El mantenimiento predictivo almacena información, la analiza y considera los riesgos que existen y condiciones predefinidas para la gestión de los recursos y realización del mantenimiento oportuno.

### **Principales ventajas del mantenimiento predictivo**

Entre las principales ventajas de realizar un mantenimiento preventivo, está optimizar la disponibilidad de los equipos al más bajo costo.

### **Ventajas del mantenimiento predictivo o preventivo**

- Planificación y programación de actividades de reconstrucción,
- Identificación de la disponibilidad de recursos,
- Evitar pérdidas de materia prima,

- Reducción de la mano de obra,
- Reducción de accidentes,
- Aumento de la seguridad vial, y
- Menor costo.

Las fallas o deformaciones en la infraestructura se pueden corregir en su totalidad de acuerdo a la localización de la falla. Esto debe realizarse conforme a un plan de mantenimiento que debe ejecutarse de manera periódica, antes de que pueda tener un colapso total y en un tiempo determinado para que no afecte la circulación peatonal y vehicular.

Se debe tener en cuenta que si ocurriera algún deterioro en los primeros 24 meses de la construcción del puente, y en el caso de haber contratado alguna empresa para el efecto, ésta es la responsable de su restauración parcial o total del daño encontrado en alguna de sus bases, vigas, losa de pavimento, banquetas o baranda del puente; así como, de su señalización.

En el caso de que la empresa se niegue a restaurar la estructura dañada, la municipalidad debe ejecutar la fianza de respaldo establecida en el contrato de construcción.

### **Mantenimiento general**

Para este tipo de mantenimiento se propone realizar labores de limpieza de manera trimestral, en el verano y mensual durante el invierno para evitar dificultades en la estructura del puente del río El Pital; así también, para evitar accidentes viales y accidentes peatonales. Esta actividad se puede realizar con la asistencia de personal operativo que retire restos de materiales que obstaculizan el paso de corrientes de agua; así mismo, el resto de materiales que obstaculicen el demarcado de las vías y colocación de señales de precaución.

La planificación se debe realizar conjuntamente con el personal capacitado y con experiencia en mantenimiento de este tipo de infraestructura, para ello debe realizarse una evaluación anual, de preferencia al inicio del año para verificar las condiciones del puente.

Se espera que con la implementación de los diferentes tipos de mantenimiento, se pueda evitar el colapso total del puente, esto puede ser posible con la supervisión constante de cada una de sus estructuras.

### **Realizar diagnóstico periódico**

- Monitorear el cauce del río; tanto en época de verano, como en la época de invierno y las condiciones en las que se encuentra la carpeta de rodadura.
- Verificación de la calidad de los materiales y del proceso de construcción.
- Verificar la estructura del puente.
- Revisar los canales de paso de agua y que todos los tubos y su diámetro interno se mantenga en las mejores condiciones.
- Verificar las condiciones de los bordillos y que su estructura, alto y ancho se mantengan.
- Revisar que el paso peatonal esté en buenas condiciones y libre de obstáculos.
- Verificar si la carpeta de rodadura presenta algún tipo de fisuramiento y si las bases necesitan que se realice un dragado.

### **Actividad 4. Diseño del mantenimiento correctivo.**

El mantenimiento correctivo de puente El Pital servirá para recuperar las condiciones de servicio de la infraestructura en el mejor nivel posible.

Para su conservación adecuada se debe tener en cuenta el tipo de construcción utilizado para el puente sobre el río El Pital; por lo que se debe realizar un diagnóstico

oportuno del incidente presentado, para ello se debe contar con la presencia de personal profesional en el área de ingeniería civil, de tal manera que sea de mayor efectividad el diagnóstico o dictamen del mantenimiento correctivo que se le dará al puente.

Con el mantenimiento correctivo se evitará que se incremente el deterioro de las estructuras del puente, de conformidad con el paso vehículos, por las inclemencias del tiempo o desastres naturales que se den en la región.

Con el objetivo de definir las operaciones necesarias para devolver a la estructura el estado inicial para el que fuera proyectada, se debe considerar que el mantenimiento que se brindará al puente del río El Pital será variable, pues se debe dar mantenimiento a la infraestructura y a la señalización, en este caso se deben estudiar las causas que originaron el daño, medir su gravedad y realizar un diagnóstico.

Se puede evitar llegar a un caso extremo como el colapso del puente, con una reparación o refuerzo a tiempo; previo diagnóstico que sea realizado por un experto en estructuras, en consecuencia se identifica ahorro en los costos y se evita contratiempos a los usuarios.

Las labores de mantenimiento se deben realizar, según se describe a continuación:

### **En drenajes**

Se deben realizar trabajos de limpieza o reemplazo en los drenajes, para que estos cumplan su función de manera adecuada, que se refiere a drenar el agua para evitar futuras inundaciones en el talud de la estructura.

### **En los márgenes del puente**

El mantenimiento se debe realizar cuando se identifiquen desprendimientos de tierra que hayan sido generados por fuertes deslaves, lluvias, sismos, por influencia del hombre y erosión por arrastre.

### **En juntas**

Se debe brindar mantenimiento a las juntas que son las uniones que se tiene en el intermedio de cada fundición y permiten el movimiento de ambas partes de la estructura. Consiste en la limpieza de las mismas, se deben identificar las que se encuentran en mal estado para cambiarlas. La importancia de realizar el mantenimiento se traduce en el logro de un buen desempeño de la infraestructura para evitar posibles daños.

### **Presupuesto**

Al respecto de los costos es importante que el mantenimiento se realice lo más pronto posible, pues se incrementan cuando no se realiza el mantenimiento preventivo oportuno y se agranda el problema, en consecuencia debe realizarse un mantenimiento correctivo más costoso. Los detalles de los recursos materiales y monto necesarios están incluidos en el anexo 1. Se recomienda una revisión de todas las fases para prolongar la vida útil del puente al menor costo posible.

### **Actividad 5. Aprobación del diseño**

Para la aprobación del proyecto de mantenimiento de puente del río El Pital, ubicado en Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, se propone realizar una presentación ante el Alcalde y Concejo Municipal, al respecto de la propuesta y los pormenores de la misma.

El Concejo Municipal debe revisar cada una de las características y necesidades planteadas, la cual debe realizarse conjuntamente con la Dirección Municipal de Planificación –DMP- y brindar su aprobación.

También se debe entregar de cálculo de materiales y definir el personal necesario para ejecutar la propuesta y el Concejo Municipal debe aprobar el presupuesto que será necesario para ejecutarla, por medio de la emisión de un dictamen técnico y un acta donde se detallen los pormenores de la reunión y los acuerdos alcanzados.

#### **Actividad 6. Compra y adquisición de recursos.**

Los recursos para la señalización y mantenimiento del puente del río El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, serán adquiridos por la empresa a la que se haya adjudicado tales actividades por parte de la municipalidad, avalada por lo expresado en acuerdo municipal, donde se dió el visto bueno para llevar a cabo la señalización del puente y el mantenimiento que corresponda, el Alcalde Municipal y su Corporación en reunión de Concejo deben aprobar el presupuesto para el efecto.

Las calidad de la compra de los recursos materiales debe ser supervisada por parte de la Dirección Municipal de Planificación –DMP-, los proveedores deberán garantizar la calidad de los materiales por medio de certificaciones, esta acción puede dar confiabilidad y durabilidad al proyecto

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Luego de haber concluido con el análisis y desarrollo de la propuesta, pudo llegarse a la formulación de las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### **IV.1 Conclusiones**

1. Se identifica como una acción importante el establecimiento de la señalización vial para asegurar la adecuada movilización de vehículos y peatones por el puente del río El Pital.
2. Posterior al establecimiento de la infraestructura del puente, es necesario diseñar un programa de mantenimiento.
3. Se debe diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para garantizar la vida útil de la obra de infraestructura del puente.
4. Es importante implementar las medidas de seguridad necesarias para el desarrollo del proyecto y garantizar la integridad de las personas que se desempeñan en la obra.
5. Previo a ejecutar la obra de infraestructura del puente, es necesario someter la propuesta ante el Alcalde y Concejo Municipal, para obtener la aprobación del diseño y hacerla viable.
6. Es importante gestionar el presupuesto necesario para la ejecución del mantenimiento en sus diferentes etapas.

## **IV.2 Recomendaciones.**

1. Establecer la señalización vial para asegurar la adecuada movilización de vehículos y peatones por el puente del río El Pital.
2. Diseñar un programa de mantenimiento, posterior al establecimiento de la infraestructura del puente.
3. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para garantizar la vida útil de la obra de infraestructura del puente.
4. Implementar las medidas de seguridad necesarias para el desarrollo del proyecto y garantizar la integridad de las personas que se desempeñan en la obra.
5. Someter la propuesta ante el Alcalde y Concejo Municipal, para obtener la aprobación del diseño y hacerla viable, posteriormente ejecutar la obra de infraestructura del puente.
6. Gestionar el presupuesto necesario para la ejecución del mantenimiento en sus diferentes etapas.

## Anexo 1. Ajuste de costos y tiempo del resultado

### “Resultado 2. Programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento de la infraestructura”

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	Trimestres	Renglón Presupuesto	
						Año		
1. Establecimiento de señalización	Señal de tráfico informativa de 1 tablero (Ceder el paso)	1	Unidad	Q 2,682.52	Q 2,682.52	T3-T4/A1	284	
	Señal de tráfico restrictiva (Velocidad 20 km/h)	1	Unidad	Q 1,921.35	Q 1,921.35	T3-T4/A1	284	
	Señal de tráfico preventiva de 1 tablero (Prox. puente y curvas)	2	Unidad	Q 1,906.90	Q 3,813.80	T3-T4/A1	284	
	Señal de tráfico informativa de 1 tablero (poblados próximos)	2	Unidad	Q 2,682.52	Q 5,365.04	T3-T4/A1	284	
2. Diseño del mantenimiento de infraestructura del puente El Pital.	Contratación de un Ingeniero Civil por visita (1 visita semestral)	10	Semestral	Q 2,000.00	Q 20,000.00	T1-T4/A1-A5	188	
	Cubetas de pintura para mantenimiento de señalización	5	Galón	Q 330.00	Q 1,650.00	T1-T4/A1-A5	267	
	Disolvente para pintura	1	Galón	Q 50.00	Q 50.00	T1-T4/A1-A5	267	
	Brocha de 2"	10	Unidad	Q 7.50	Q 75.00	T1-T4/A1-A5	214	
	Brocha de 3"	10	Unidad	Q 10.00	Q 100.00	T1-T4/A1-A5	214	
	Brocha de 4"	10	Unidad	Q 12.50	Q 125.00	T1-T4/A1-A5	214	
	Masking tape de 1"	10	Global	Q 7.00	Q 70.00	T1-T4/A1-A5	291	
	Escobas plásticas (1 anual)	5	Unidad	Q 15.00	Q 75.00	T1-T4/A1-A5	268	
	Cepillos de alambre (1 anual)	5	Unidad	Q 20.00	Q 100.00	T1-T4/A1-A5	283	
	Cubeta de plástico con capacidad de 5 galones	5	Unidad	Q 18.00	Q 90.00	T1-T4/A1-A5	268	
	Combustible (según visita semestral)	10	Galón	Q 27.00	Q 270.00	T1-T4/A1-A5	262	
	3. Diseño del mantenimiento preventivo o predictivo.	Vehículo municipal tipo pick up (sin costo)	1	Unidad	Q -	Q -	T1-T4/A1-A5	325
		Casco de protección personal (1 anual)	5	Unidad	Q 40.00	Q 200.00	T1-T4/A1-A5	268
		Lentes de seguridad transparentes (1 anual)	5	Unidad	Q 21.00	Q 105.00	T1-T4/A1-A5	268
Mascarillas (1 anual)		5	Unidad	Q 2.50	Q 12.50	T1-T4/A1-A5	243	
Guantes de látex (1 anual)		5	Pares	Q 12.00	Q 60.00	T1-T4/A1-A5	268	
Rodilleras		5	Pares	Q 35.00	Q 175.00	T1-T4/A1-A5	268	
4. Diseño del mantenimiento correctivo.	Pago por reparación de la infraestructura 5% del costo de la obra	5	Unidad	Q 10,000.00	Q 50,000.00	T1-T4/A1-A5	176	
	Combustible (diesel) x 5 años a razón de 5 galones anuales	25	Galones	Q 25.00	Q 625.00	T1-T4/A1-A5	262	
	Vehículo municipal tipo pick up (sin costo)	1	Unidad	Q -	Q -	T1-T4/A1-A5	325	
<b>Van</b>					<b>Q 87,565.21</b>			

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	Trimestres	
						Año	
<b>Vienen</b>					<b>Q</b>	<b>87,565.21</b>	
5. Aprobación del diseño	Refacciones	20	Unidad	Q 25.00	Q 500.00	T1-T2/A1	
	Copias de convocatoria	20	Unidad	Q 0.25	Q 5.00	T1-T2/A1	
	Mobiliario (mesas, sillas, manteles) (para 20 personas, sin costo)	1	Global	Q -	Q -	T1-T2/A1	
	Equipo de audio y sonido (sin costo)	1	Unidad	Q -	Q -	T1-T2/A1	
	Cañonera (sin costo)	1	Unidad	Q -	Q -	T1-T2/A1	
	Laptop (sin costo)	1	Unidad	Q -	Q -	T1-T2/A1	
	Pantalla para proyección (sin costo)	1	Unidad	Q -	Q -	T1-T2/A1	
	Copias de la propuesta (200 hojas cada una) para 20 personas	4000	Unidad	Q 0.25	Q 1,000.00	T1-T2/A1	
	Pizarra	1	Unidad	Q 320.00	Q 320.00	T1-T2/A1	
	Almohadilla	1	Unidad	Q 16.00	Q 16.00	T1-T2/A1	
	Marcadores para pizarra	2	Unidad	Q 12.00	Q 24.00	T1-T2/A1	
	Marcadores permanentes	2	Unidad	Q 8.00	Q 16.00	T1-T2/A1	
	Block de notas	20	Unidad	Q 5.00	Q 100.00	T1-T2/A1	
Lapiceros	20	Unidad	Q 2.00	Q 40.00	T1-T2/A1		
6. Compra y adquisición de recursos	Esta actividad no tiene recursos asignados debido a que están considerados en las actividades previas.	--	--	--	--	T3-T4/A1	
		--	--	--	--	T3-T4/A1	
		--	--	--	--	T3-T4/A1	
<b>Sub-total</b>					<b>Q</b>	<b>89,586.21</b>	
<b>Imprevistos</b>					<b>Q</b>	<b>8,958.62</b>	T1-T4/A1-A5
<b>Total</b>					<b>Q</b>	<b>98,544.83</b>	

**Anexo 2. Plan de trabajo del resultado del programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento de la infraestructura**

No.	Resultado y actividades	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5			
		T 1	T 2	T 3	T 4																
1	Actividad 1 Establecimiento de señalización vial.																				
2	Actividad 2 Diseño del mantenimiento de infraestructura																				
3	Actividad 3 Diseño del mantenimiento preventivo o predictivo.																				
4	Actividad 4 Diseño del mantenimiento correctivo.																				
5	Actividad 5 Aprobación del diseño.																				
6	Actividad 6 Compra y adquisición de recursos.																				

Informe Final de Graduación

RESULTADO III  
PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LA UNIDAD EJECUTORA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:  
Erwin Baldomero Quiná Gómez

en el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado  
en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural De Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2020.

Este documento fue presentado por el autor previo a obtener el título de Licenciado en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

## ÍNDICE

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y LOS RESULTADOS QUE LA INTEGRAN. ....	3
III.	DESARROLLO DEL RESULTADO.....	4
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	11
IV.1	Conclusiones. ....	11
IV.2	Recomendaciones. ....	12
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1.	Ajuste de costos y tiempo del resultado.....	13
2.	Plan de trabajo del resultado .....	15

## I. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con lo estipulado en el programa de graduación de la Universidad Rural de Guatemala fue elaborado el presente documento **“Programa de fortalecimiento de la Unidad Ejecutora”**, previo a optar al título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de licenciado.

El objetivo principal del presente resultado lo constituye el diseño del fortalecimiento de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, como unidad ejecutora del proyecto, por medio de la dotación de los recursos necesarios, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del puente que se construya sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara en el municipio de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.

Entre los recursos necesarios y más importantes, se consideró la contratación de personal, por medio del cual se promoverá la ejecución del proyecto, de tal manera que se genere el mejoramiento de la infraestructura local. Por medio del personal contratado también se brindará el mantenimiento periódico a la infraestructura del puente.

El establecimiento del puente sobre el río El Pital, es un proyecto que puede generar mejor calidad de vida para la población, toda vez que es un canal de comunicación que la comunidad utiliza para propiciar la comercialización de los productos agrícolas producidos localmente, y por lo tanto puede generar desarrollo comunitario.

Por lo tanto y previo a ejecutar la obra es importante que se realicen acciones de socialización ante la comunidad de las aldeas circunvecinas y beneficiarias del proyecto y que sean tomadas las medidas de seguridad y dotados los recursos necesarios para la ejecución de la obra oportunamente.

Para el desarrollo del resultado deben realizarse (3) actividades que se describen a continuación:

1. Fortalecimiento de la figura organizativa (municipalidad).
2. Componente de socialización y sensibilización.
3. Dotación de equipo y recursos.

## **II. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS QUE LA INTEGRAN**

El documento incluye el proyecto de construcción de puente El Pital, se pretende que su estructura perdure en el tiempo, se pueda mantener totalmente operativa y que la población pueda realizar actividades cotidianas, agrícolas, de comercio y estudiantiles; que es lo que mantiene la economía y desarrollo de un pueblo.

### **Resultado 1. Proyecto para la construcción de puente El Pital.**

Este resultado constituye el diseño para la construcción de puente sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, estimación del material necesario para el efecto y un presupuesto de los costos para su implementación.

### **Resultado 2. Programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento.**

Describe el desarrollo de acciones para el establecimiento de señalización vial en áreas cercanas al puente El Pital, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa al y diseño del mantenimiento a su infraestructura, estimación de recursos necesarios y un presupuesto de costos para su implementación, así como, beneficios que tendrá para la comunicación vial de la población de las comunidades de aldeas circunvecinas.

### **Resultado 3. Programa de fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.**

Se pretende fortalecer la dependencia de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, encargada de la administración del proyecto de la construcción de puente El Pital, con la dotación de los recursos humanos por medio de la contratación de personal, aspectos administrativos y financieros necesarios para la ejecución del proyecto de construcción de su infraestructura, funcionamiento y mantenimiento.

### **III. DESARROLLO DEL RESULTADO**

En el presente resultado se describen algunas acciones para el fortalecimiento de la Unidad Ejecutora; entre las que se cuentan, la contratación de personal operativo y la socialización de las acciones que se pretenden realizar.

#### **Actividad 1. Fortalecimiento de la figura organizativa.**

La municipalidad de Santa María Ixhuatán, cuenta con una imagen organizativa integrada por las siguientes dependencias:

##### **Personal directivo**

- Concejo Municipal,
- Alcalde Municipal,

##### **Direcciones o mandos medios**

- Secretaría Municipal,
- Dirección Municipal de Planificación –DMP-,
- Dirección de Administración Financiera Integrada Municipal –DAFIM-,
- Dirección de Oficina Municipal de la Mujer,
- Oficina de impuesto único sobre inmuebles,
- Servicios Públicos Municipales.

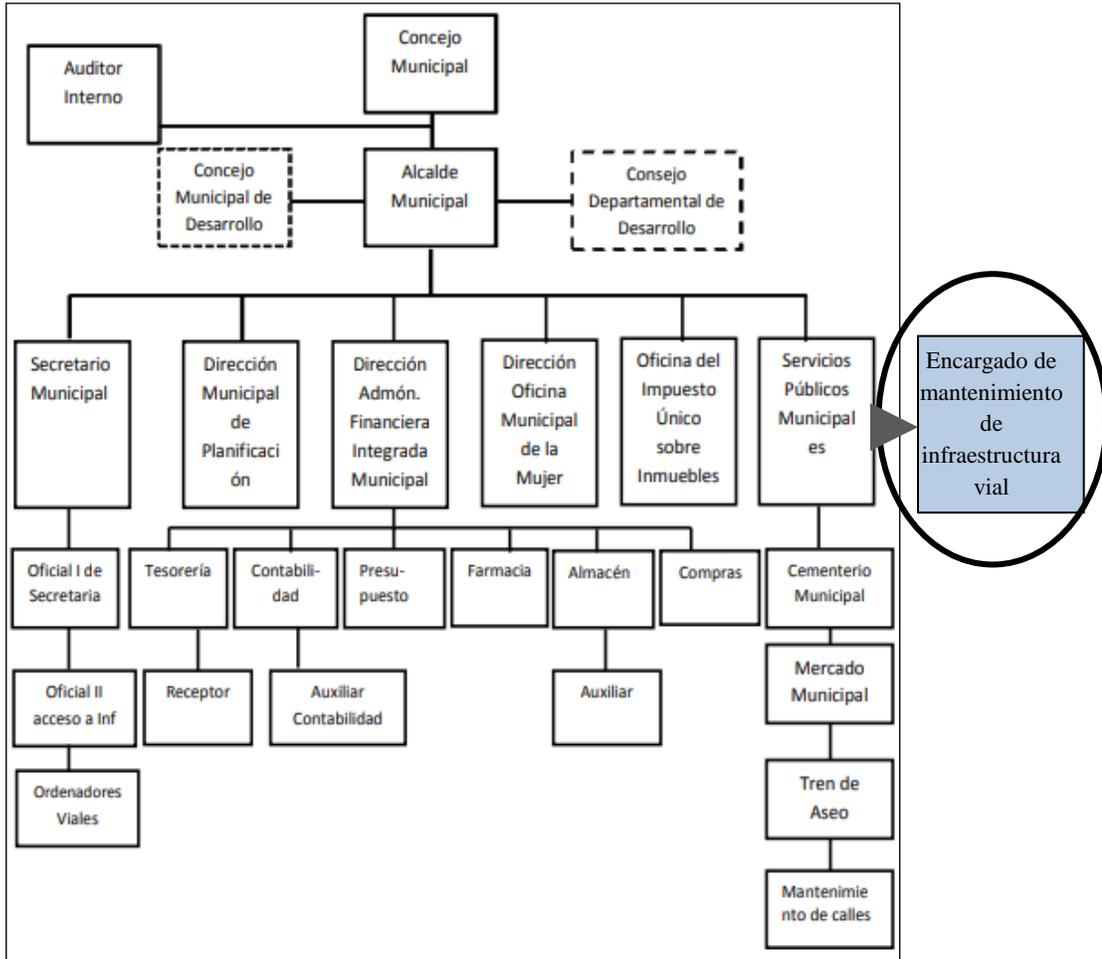
##### **Entes asesores**

- Auditoría Interna,
- Concejo Municipal de Desarrollo,
- Concejo Departamental de Desarrollo.

Se incluye a continuación la figura organizativa donde se reflejan las principales dependencias que conformar la municipalidad de Santa María Ixhuatán.

**Figura 1.**

**Organigrama de la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, con fortalecimiento.**



Fuente: (Municipalidad de Santa María Ixhuatán, 2016)

En la Oficina de Servicios Públicos Municipales funcionan diferentes figuras, entre las que se incluye el encargado del cementerio municipal, encargado del mercado municipal, encargado del tren de aseo y encargado del mantenimiento de calles.

Para la construcción y mantenimiento del puente ido el puente, es necesario contar con personal que le de mantenimiento a la obra, a continuación se presenta la figura organizativa de la municipalidad con fortalecimiento en la Oficina de Servicios

## Actividad 2. Contratación de personal operativo.

Para el fortalecimiento del departamento de servicios municipales se propone la contratación del Encargado de mantenimiento de infraestructura vial:

- Salario mensual de Q. 3,000.00.

### Descripción de funciones

#### Encargado de mantenimiento de infraestructura vial

Se presenta a continuación una descripción de las actividades del puesto.

	Departamento	Fecha:
	Departamento de servicios municipales	06/12/2018

#### Perfil de puesto

<b>I. Identificación de puesto</b>	
Nombre del puesto:	Encargado de mantenimiento de infraestructura vial
Nombre de la Dirección o Coordinación superior:	Departamento de servicios públicos municipales.
Reporta a:	Jefe del departamento de servicios públicos municipales.
Supervisa a:	Ninguno.
Relación externa directa con:	Población del área. Proveedores de materiales.
Relación interna directa con:	Jefe del departamento de servicios públicos municipales. Asesor externo (Ingeniero Civil). Asistente del departamento de servicios municipales.

<b>II. Objetivo general del puesto</b>
--

Propiciar el mantenimiento a la infraestructura vial del municipio.
---

<b>III. Requisitos del puesto</b>
-----------------------------------

1. Escolaridad:	3°. Básico.
2. Especialización:	Maestro de obras
3. Años de experiencia	3 años en puesto similar
4. Valores	Disciplina, liderazgo, compromiso institucional.

<b>IV. Funciones y/o atribuciones del puesto</b>
--

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Monitorear de manera constante el estado de la infraestructura vial del municipio.</li><li>2. Participar de la ejecución del mantenimiento en campo de la infraestructura vial.</li><li>3. Informar y gestionar por medio de la municipalidad el mantenimiento de la infraestructura vial municipal.</li><li>4. Remitir informes por medio de bitácoras diarias al encargado de servicios municipales de la situación de la infraestructura vial.</li></ol> |
|--|

**Actividad 2. Componente de socialización y sensibilización.**

Para evitar contratiempos en el desarrollo de las actividades cotidianas de la población y para que estén al tanto de los logros alcanzados en el mejoramiento de la infraestructura, es necesario desarrollar un componente de socialización. Localmente se carece de canal de cable y radio local, por lo que se considera oportuno identificar medios que lleven mensajes cortos y directos.

## **Objetivo**

Desarrollar estrategias para socializar los trabajos de construcción del puente sobre el río El Pital.

## **Medios de desarrollo**

- Publicidad exterior: manta vinílica, propaganda móvil y rótulos.
- Medio complementario: trifoliales.
- Rótulos de señalización.

## **Descripción de medios**

### **Manta vinílica**

Una manta vinílica de 1.5 x 3 metros, como medio de publicidad que puede llevar un mensaje directo a la población, con aspectos creativos y una imagen del diseño del puente, que puede ser un medio efectivo para la socialización del proyecto. Se debe colocar a una distancia de 20 metros de la construcción del puente.

### **Propaganda móvil**

Como un medio alternativo y eficaz se propone la utilización de una motocicleta publicitaria que por medio de un altavoz transmite un mensaje verbal hacia la población, donde se debe informar de los pormenores de la construcción, esto permitirá que pueda movilizarse de manera más ágil y llegar a un grupo más grande de la población de áreas aledañas por ser comunidades y caseríos con una población disgregada en las áreas colindantes al río El Pital.

### **Rótulos de señalización**

Por ser un medio de bajo costo y de uso frecuente, para informar sobre la obra de construcción del puente, se propone la elaboración de rótulos en puntos estratégicos de la carretera que conduce a aldea Irayol y Santa Bárbara.

### **Trifoliar**

Se propone diseñar un trifoliar para ser distribuido a la población de la localidad por medio de los COCODES, en colores blanco y negro para tener costos bajos.

### **Actividad 3. Dotación de equipo y recursos.**

Dotación de equipo y recursos para el control del tránsito y medidas de seguridad.

Se deben tomar medidas de seguridad para controlar el tránsito durante el período de ejecución de los trabajos; así como, garantizar la seguridad del personal que ejecute dicho trabajo.

Se deben mantener colocados letreros y señales de precaución durante se desarrolle el trabajo. Será necesario ubicar también a personal que se encargue de regular el tránsito y que mantenga un orden y seguridad en el área.

### **Cuadro 1.**

#### **Frecuencia de uso de dispositivos o recursos de seguridad nuevos**

<b>Recursos</b>	<b>Frecuencia de Implementación</b>
10 Camisas (playeras), cascos, banderolas	Cada dos (2) meses.
10 Chalecos reflectivos	Dos (2) veces en el periodo (1)
10 Guantes de protección	Al principio y manteniéndolo en buen estado (1)

10 Lentes de protección	Al principio y manteniéndolo en buen estado (1)
1 Rótulo del proyecto	Al principio y manteniéndolo en buen estado (1)
10 Conos	Al principio y manteniéndolos en buen estado (1)
1 Estructura de barrera	Al principio y manteniéndolo en buen estado (1)
1 Reflectivo de barreras	Al principio y manteniéndolo en buen estado (1)

(1) O cada vez que se dañen o pierdan.

Fuente: (Ministerio de Comunicaciones, 2017)

Se debe contar con todos los elementos descritos de acuerdo a las necesidades del personal, en buen estado, las playeras con un color definido, que estén limpias y sin daños físicos. Los chalecos deben ser usados por el personal operativo y los encargados de obra; así como, operadores de maquinaria si los hubiera.

Los conos deben ser ubicados donde se requiera orientar el tránsito vehicular; así como, donde se encuentre personal de campo en labores manuales y sea necesario llamar la atención al conductor, estos deben tener 28 pulgadas de alto, en color naranja, 6 conos como mínimo para el proyecto.

Debe ser colocado un rótulo de vinil adhesivo impreso con medidas de 1.22 x 2.44 metros que identifique y describa los pormenores de construcción de la obra, este debe ser instalado durante el primer mes calendario de ejecución y debe permanecer hasta la finalización del trabajo que se realice, ya sea construcción o mantenimiento.

El rótulo de identificación debe reflejar los datos del proyecto, tales como:

- Actividad y Nombre del Proyecto,
- Departamento,
- Longitud del tramo,
- Otros a consideración del constructor.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Luego de haber concluido con el análisis y desarrollo de la propuesta, pudo llegarse a la formulación de las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### **IV.1 Conclusiones**

1. Es necesario fortalecer la figura organizativa del departamento de servicios municipales por medio de la contratación de un Encargado de Mantenimiento de Infraestructura Vial.
2. El desarrollo de un componente de socialización y sensibilización dirigido a la población es oportuno al inicio y durante el establecimiento de la infraestructura.
3. Se identifica como necesaria la dotación de equipo y recursos para garantizar las medidas de seguridad en la etapa de construcción y desarrollo de actividades de mantenimiento.
4. Es necesario contar con la disponibilidad presupuestaria para desarrollar el fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.

#### **IV.2 Recomendaciones.**

1. Fortalecer la figura organizativa del departamento de servicios municipales por medio de la contratación de un Encargado de Mantenimiento de Infraestructura Vial.
2. Desarrollar un componente de socialización y sensibilización dirigido a la población al inicio y durante el establecimiento de la infraestructura.
3. Dotar oportunamente equipo y recursos para garantizar las medidas de seguridad en la etapa de construcción y desarrollar actividades de mantenimiento.
4. Identificar la disponibilidad presupuestaria para desarrollar el fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.

## Anexo 1. Ajuste de costos y tiempo del resultado

### “Resultado 3. Programa de fortalecimiento de la Unidad Ejecutora”

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	Trimestres	Renglón Presupuesto
						Año	
1. Contratación de personal	Contratación de 1 encargado de mantenimiento de infraestructura vial	60	Mensual	Q 2,900.00	Q 174,000.00	T1-T4/A1-A5	188
	Uniforme de lona para trabajador operativo	2	Unidades	Q 200.00	Q 400.00	T1/A1	233
	Par de botas punta de acero	1	Par	Q 500.00	Q 500.00	T1/A1	252
2. Sensibilización y Socialización	Manta vinílica de 1.5 x 3 metros	1	Unidad	Q 150.00	Q 150.00	T1-T2/A1	121
	Propaganda móvil en motocicleta durante 1 semana	1	Semana	Q 250.00	Q 250.00	T1-T2/A1	121
	Diseño gráfico	1	Unidad	Q 850.00	Q 850.00	T1-T2/A1	029
	Reproducción del trífoliar en fotocopia	500	Unidad	Q 0.25	Q 125.00	T1-T2/A1	122
	Rotulo del proyecto en metal	1	Unidad	Q 2,000.00	Q 2,000.00	T1-T2/A1	284
3. Dotación de equipo y recursos	Martillo	5	Unidad	Q 60.00	Q 300.00	T1/A1	286
	Carreta	5	Unidad	Q 500.00	Q 2,500.00	T1/A1	286
	Pala	5	Unidad	Q 90.00	Q 450.00	T1/A1	286
	Azadón	5	Unidad	Q 100.00	Q 500.00	T1/A1	286
	Piochas	5	Unidad	Q 110.00	Q 550.00	T1/A1	286
	Cucharas para mezcla	5	Unidad	Q 20.00	Q 100.00	T1/A1	286
	Nivel de mano	5	Unidad	Q 50.00	Q 250.00	T1/A1	286
	Nivel de gota	5	Unidad	Q 20.00	Q 100.00	T1/A1	286
	Metro (10 metros)	5	Unidad	Q 45.00	Q 225.00	T1/A1	286
	Manguera transparente para nivel	10	Metros	Q 15.00	Q 150.00	T1/A1	268
	Hilo plástico para nivel (hilo de pescar)	3	Unidad	Q 20.00	Q 60.00	T1/A1	268
	Tonel de metal para agua	5	Unidad	Q 50.00	Q 250.00	T1/A1	268
	Hachuela	5	Unidad	Q 66.00	Q 330.00	T1/A1	286
	Plancha de metal para repello	5	Unidad	Q 30.00	Q 150.00	T1/A1	286
	Cinsel	5	Unidad	Q 50.00	Q 250.00	T1/A1	286
Macho	5	Unidad	Q 100.00	Q 500.00	T1/A1	286	
<b>Van</b>					<b>Q 184,940.00</b>		

Actividades	Descripción de los insumos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total	Trimestres	Renglón
						Año	Presupuesto
	<b>Vienen</b>				Q 184,940.00		
3. Dotación de equipo y recursos	Punta	5	Unidad	Q 45.00	Q 225.00	T1/A1	286
	Grifas	3	Unidad	Q 150.00	Q 450.00	T1/A1	286
	Lapiz	10	Unidad	Q 5.00	Q 50.00	T1/A1	291
	Cubetas plásticas cinco galones	10	Unidad	Q 20.00	Q 200.00	T1/A1	268
	Cinta métrica (cincuenta metros)	1	Unidad	Q 75.00	Q 75.00	T1/A1	268
	Escuadra de metal	5	Unidad	Q 50.00	Q 250.00	T1/A1	286
	Escuadrilón	5	Unidad	Q 85.00	Q 425.00	T1/A1	286
	Plomada	5	Unidad	Q 30.00	Q 150.00	T1/A1	286
	Machete	2	Unidad	Q 25.00	Q 50.00	T1/A1	286
	Tenasas	5	Unidad	Q 50.00	Q 250.00	T1/A1	286
	Playeras	20	Unidad	Q 20.00	Q 400.00	T1-T2/A1	233
	Cascos de protección	10	Unidad	Q 35.00	Q 350.00	T1-T2/A1	233
	Banderolas de tela	10	Unidad	Q 8.00	Q 80.00	T1-T2/A1	232
	Chalecos reflectivos	10	Unidad	Q 30.00	Q 300.00	T1-T2/A1	233
	Lentes de protección	10	Unidad	Q 18.00	Q 180.00	T1-T2/A1	233
	Rótulo del proyecto	1	Unidad	Q 800.00	Q 800.00	T1-T2/A1	283
	Guantes de protección	10	Unidad	Q 25.00	Q 250.00	T1-T2/A1	251
	Conos	10	Unidad	Q 200.00	Q 2,000.00	T1-T2/A1	268
	Estructura (barrera)	1	Unidad	Q 500.00	Q 500.00	T1-T2/A1	268
	Reflectivo de barrera adhesivo por metro	10	Metro	Q 40.00	Q 400.00	T1-T2/A1	268
Mascarillas	15	Unidad	Q 2.50	Q 37.50	T1-T2/A1	295	
	<b>Van</b>				<b>Q 192,362.50</b>		
	<b>10% de imprevistos</b>				<b>Q 19,236.25</b>		<b>914</b>
	<b>Total</b>				<b>Q 211,598.75</b>		

**Anexo 2. Plan de trabajo del resultado.**

No.	Resultado y actividades	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				
		T1	T2	T3	T4																	
1	Resultado Programa de fortalecimiento de la unidad ejecutora.																					
2	Actividad 1 Fortalecimiento de la figura organizativa (municipalidad).																					
3	Actividad 2 Componente de socialización y sensibilización.																					
4	Actividad 3 Dotación de equipo y recursos.																					

**Anexo 9. Presupuesto por componentes, anual y total del proyecto en Quetzales.**

No.	Resultado	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
1	Proyecto para la construcción de puente El Pital.	Q 313,255.43					Q 313,255.43
2	Programa de establecimiento de infraestructura vial y mantenimiento de la infraestructura.	Q 33,616.23	Q 16,232.15	Q 16,232.15	Q 16,232.15	Q 16,232.15	Q 98,544.83
3	Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora	Q 58,478.75	Q 38,280.00	Q 38,280.00	Q 38,280.00	Q 38,280.00	Q 211,598.75
Totales		Q 405,350.41	Q 54,512.15	Q 54,512.15	Q 54,512.15	Q 54,512.15	Q 623,399.01

**Anexo 10. Matriz de la estructura lógica.**

Componentes del proyecto	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo General Disminuir el número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.</p>	<p>Disminuido en un 18% el número de personas lesionadas que transitan por el río El Pital ubicado en el municipio Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, a partir del 1er. año de implementada la propuesta, hasta alcanzar un 90% en el año cinco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros estadísticos de la disminución de incidencias al atravesar el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara.</li> <li>• El tránsito peatonal y vehicular se establece sobre el puente El Pital.</li> <li>• Memoria de labores de la municipalidad.</li> </ul>	<p>Las autoridades municipales evidencian los beneficios de la construcción del puente El Pital. La población transita de manera segura por el puente El Pital.</p>
<p>Objetivo específico Contar con puente de comunicación física sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñada en un 100% la propuesta para la construcción de puente de comunicación física sobre el río El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara a partir del 1er. Semestre de ejecutada la propuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento impreso de la propuesta para la construcción de puente El Pital, entre aldeas Irayol y Santa Bárbara.</li> </ul>	<p>La municipalidad aprueba e implementa la propuesta de construcción del puente El Pital.</p>

Componentes del proyecto	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construido el puente El Pital en el 2º. Semestre del 1er. Año de ejecución de la propuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de la ejecución de las fases de la propuesta.</li> <li>• Bitácoras de Construcción del puente El Pital.</li> <li>• Fotografías del puente El Pital.</li> </ul>	<p>Se establece la infraestructura del puente y permite la circulación peatonal y vehicular.</p>
<p>Resultado 1. Proyecto para la construcción del puente El Pital.</p>	<p>Elaborado el proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, a partir del 1er. Semestre en el 1er. Año de implementación de la propuesta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento impreso del proyecto de construcción de puente sobre el río El Pital.</li> <li>• Registro fotográfico de la construcción del puente sobre el río El Pital.</li> <li>• Informes final de la construcción del puente El Pital.</li> </ul>	

Componentes del proyecto	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Resultado 2. Programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento de la infraestructura</p>	<p>Elaborada la propuesta del programa de establecimiento de señalización vial y mantenimiento de la infraestructura del puente El Pital, a partir del 1er. semestre de implementación de la propuesta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Documento impreso de la propuesta del programa de establecimiento de la señalización vial y mantenimiento de infraestructura.</li> <li>• Señalización vial establecida.</li> </ul>	
<p>Resultado 3. Programa de fortalecimiento de la unidad ejecutora.</p>	<p>Fortalecida la municipalidad de Santa María Ixhuatán, Santa Rosa, a partir del primer año de implementación de la propuesta.</p>	<p>1 Documento del programa de fortalecimiento.</p>	

**Anexo 11. Plan de trabajo**

No.	Actividades	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5			
		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Propuesta de proyecto para la construcción de puente sobre el río El Pital entre aldeas Irayol y Santa Bárbara, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa.																				
2	<b>Resultado 1</b> Proyecto para la construcción de puente El Pital.																				
3	<b>Resultado 2</b> Propuesta de establecimiento de señalización vial y mantenimiento de la infraestructura.																				
4	<b>Resultado 3</b> Programa de fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.																				