



# UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 – 15 a la

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Escuela de Ingeniería Civil.

## **SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PISO EN LOS PUENTES PLAYAS I KM 48+650 Y PLAYAS II KM 48+650 DEL CAMINO DIRECTO LAS CHOAPAS – RAUDALES – OCOZOCOAUTLA.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

**Francisco de Jesús Javier Torres.**

Asesor:

**Ing. Anastacio Blanco Simiano**

Uruapan, Michoacán, a 11 de Marzo de 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS.**

“Antes que nada, la preparación es la llave del éxito”. Con esto en mente ha sido realizada esta tesis, además de la dedicación, tiempo y el esfuerzo empleados para la culminación de esta.

En primer lugar, le doy gracias DIOS por haberme puesto en este mundo con un propósito el cual debo cumplir, darme salud, sabiduría, vida y estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles de mi carrera y vida.

A mis dos madres: la Sra. María del Rosario Soto Díaz y Esperanza Torres Soto, por darme valores, educarme, amarme y apoyarme en todo momento, gracias a sus consejos y sacrificios de horas en vela en mis enfermedades, por reprenderme cuando erraba, gracias a eso soy la persona que ahora estará al servicio de la sociedad.

A mi padre: el Sr. Javier Javier Mercado por apoyarme en todo lo posible, darme educación, amor y valores, que han servido para llegar a culminar este objetivo.

A mis hermanos Jacob Emmanuel Javier Torres y Miriam Rosario López Torres, por siempre estar insistiendo en superarme cada vez más y no estancarse, por apoyo moral, para superar los problemas que se han presentado.

A mi esposa Martha Elena Reinoso Ochoa, por estar siempre a mi lado en los momentos buenos y malos, no dejarme nunca caer ni rendirme, por su amor y el tiempo que me ha brindado, gracias también a sus Padres y Hermanos.

Al Ing. Anastacio Blanco Simiano por ser la persona que me guió para llevar a cabo de buena forma mi tesis, también un agradecimiento especial a todos los docentes de la escuela de Ingeniería Civil que estuvieron a lo largo de mi carrera, por aportar su granito de arena con sus conocimientos compartidos.

Por ultimo agradecer a las personas que de una y otra forma con sus aportes motivacionales, entre ellos Mario Torres, han permitido que culmine esta meta, que es la primera de muchas que han de seguir.

## ÍNDICE

### Introducción.

Antecedentes . . . . .	1
Planteamiento del Problema . . . . .	4
Objetivo . . . . .	5
Pregunta de Investigación . . . . .	6
Justificación . . . . .	7
Marco de Referencia . . . . .	7

### Capítulo 1.- Puentes.

1.1. Antecedentes . . . . .	9
1.2. Evolución . . . . .	11
1.2.1. De la Prehistoria a la Edad Media . . . . .	16
1.2.2. Edad Moderna de los Puentes . . . . .	17
1.3. Clasificación de los Puentes . . . . .	18
1.3.1. Puentes de Vigas Rectas . . . . .	18
1.3.1.1. Para Secciones de Concreto . . . . .	19
1.3.2. Puentes Colgantes . . . . .	22





<b>3.3. Entorno Geográfico</b>	<b>59</b>
3.3.1. Macro y Microlocalización	60
3.3.2. Topografía Regional y de la Zona en Estudio	62
3.3.3. Geología Regional y de la Zona en Estudio	63
3.3.4. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio	65
3.3.5. Uso de Suelo Regional y de la Zona en Estudio	66

#### **Capítulo 4.- Metodología de la investigación.**

<b>4.1. Método Empleado.</b>	<b>69</b>
4.1.1. Método Matemático	70
4.1.2. Método Analítico	70
<b>4.2. Enfoque de la Investigación</b>	<b>71</b>
<b>4.3. Diseño de la Investigación</b>	<b>72</b>
<b>4.4. Instrumentos de Recopilación de Datos</b>	<b>73</b>
<b>4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación</b>	<b>74</b>

#### **Capítulo 5.- Análisis e interpretación de resultados.**

<b>5.1. Problemas de Drenaje Superficial</b>	<b>75</b>
--	-----------



<b>5.1.1. Estado Físico Actual</b>	<b>76</b>
<b>5.1.2. Obstáculos Especiales</b>	<b>77</b>
<b>5.2. Estudio de Tránsito</b>	<b>77</b>
<b>5.2.1. Tipo y Clasificación de Vehículos</b>	<b>77</b>
<b>5.2.2. Aforo Vehicular</b>	<b>78</b>
<b>5.3. Alternativas para Reparación en Losas de Puentes</b>	<b>81</b>
<b>5.3.1. Planteamiento de Alternativas</b>	<b>81</b>
<b>5.3.2. Alternativas a Usar para la Solución del Problema</b>	<b>85</b>
<b>5.4. Procedimiento de Reconstrucción del Sistema de Piso.</b>	<b>86</b>
<b>5.5. Corte y Colocación de Losacero</b>	<b>92</b>
<b>5.6. Juntas de Dilatación</b>	<b>100</b>
<b>5.7. Catálogo de Conceptos.</b>	<b>109</b>
<b>5.8. Comparación del Procedimiento Constructivo</b>	<b>116</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>119</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>123</b>

## **Anexos**

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

De acuerdo con la página de internet [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org) (2015), los puentes han existido desde la prehistoria. El primer puente pudo ser un árbol caído que colocó algún ser humano para cruzar y unir los extremos de un arroyo o algún río, también utilizaban losas de rocas para cruzar pequeños obstáculos como arroyos o hasta colocar algunas rocas para cruzar un pequeño charco. Así mismo, se tiene el conocimiento que de acuerdo a las necesidades y materiales con los que se contaba en esa época la construcción de los puentes se realizaba. Se han encontrado pruebas de puentes en la selva amazónica con un entramado de lianas y hierbas que cruzaban abismos de montañas y ríos.

De la misma manera como ocurre en la gran mayoría de los casos, la evolución en la construcción de puentes ha ido de la mano con las necesidades que el hombre ha requerido, Herodoto describe la construcción de un puente de barcas por los soldados del rey Jerjes, y también se refiere a un gran puente construido en tiempo de Nabucodonosor, que atravesaba el Éufrates. Los puentes más antiguos de piedra fueron construidos por los egipcios del Imperio Antiguo (2500 a. C.). Grandes constructores de puentes fueron los romanos, que asimilaron las técnicas de los etruscos y las desarrollaron posteriormente con magníficos resultados. Los puentes romanos más antiguos estaban construidos de madera, como el famoso Sublicio, citado por Horacio Coclite. Posteriormente

adoptaron el empleo de piedras y grandes sillares, como en el puente construido en el año 104 d. C. sobre el Danubio, por Apolodoro de Damasco. Las técnicas constructivas fueron perfeccionándose, se adoptaron el mortero y la bóveda y se mejoró el sistema de cimentación de las pilas. Los romanos desarrollaron la cimentación bajo el agua mediante cajones de madera de dobles paredes, llenos de concreto, o con gruesos bloques paralelepípedicos.

A principios del siglo XIX apareció la tendencia a sustituir la madera, piedra y mampostería por el hierro fundido, como en el puente del Louvre, en París, y el Iron Bridge en Gran Bretaña, y después por el hierro forjado y finalmente por el acero. En 1823 apareció un nuevo tipo de puente, proyectado por Marc Seguin: el puente colgante, que conocería un formidable desarrollo. En 1867 se construyó el primer puente de contrapeso, a través del Main, en Alemania, proyectado por Heinrich Garber.

El problema fundamental que se plantea en el proyecto de un puente es qué tipo de estructura va a tener, qué materiales se van a utilizar, de qué claro va a ser la luz, entre otros. Pero esto está condicionado por diversos factores, el primero de estos en conocer cómo va ser su estructura, además de conocer el procedimiento constructivo que se va a emplear para llevar a cabo su construcción. Ambos cuestionamientos, conocer su estructura y su procedimiento constructivo, no se deben separar y en el momento de hacer un proyecto se debe trabajar con ellas de forma simultánea. La importancia del proceso de construcción es tan importante que varios tipos de puentes se han dado a conocer por su procedimiento constructivo.

En cuanto a investigaciones realizadas a cerca de los puentes, se encontró que en la Universidad Don Vasco, A. C. , se realizó una tesis sobre este tema llevando a cabo el título de: Diseño Estructural De La Superestructura De Puente Para Comunicar La Comunidad De Jicalán Con La Ciudad De Uruapan Sobre El Río Cupatitzio, realizada por Miguel Madrigal Magaña en Marzo de 2010, llevando los siguientes capítulos: puentes, historia y evolución de los puentes, reglamentación y normatividad, metodología de la investigación, análisis e interpretación de resultados. El objetivo principal de esta tesis fue el diseñar una superestructura de un puente que comunicara la colonia Zumpimito con la comunidad de Jicalán, ambas pertenecientes al municipio de Uruapan. El autor concluyó que el resultado final del diseño de la superestructura del puente cuenta con dimensiones óptimas en cada uno de sus elementos y una geometría que permitió librar la depresión topográfica que forma el Río Cupatitzio entre las dos comunidades.

En la página de internet [www.unamenlinea.unam.mx](http://www.unamenlinea.unam.mx) (2015), de la Universidad Nacional Autónoma de México, se encontró otra investigación teniendo como título: Construcción De La Superestructura, Tramo A y C Del Distribuidor Vial Zaragoza-Texcoco, realizada por Noel Sánchez Álvarez en 2008, investigándose lo referente a: introducción, descripción general del proyecto, Procedimientos de construcción, programa de obra, conclusiones. El objetivo general de esta tesis fue el de presentar la “construcción en serie” como una solución alternativa, debido a las problemáticas de vialidad existentes en el Distrito Federal y su zona conurbada del Estado de México, ya que con este proceso tiene una serie de

ventajas respecto a la forma como tradicionalmente se trabaja, permitiendo construcciones más rápidas, económicas y de mayor calidad.

### **Planteamiento del problema.**

El desarrollo de nuestro país está basado principalmente en el crecimiento y mantenimiento de nuestras vías de comunicación tanto terrestres, aéreas, marítimas y tecnológicas. Dentro de esto, las vías terrestres tienen un papel importante al ser las más utilizadas para transportar de un punto a otro del territorio nacional todo tipo de productos.

Debido a esto la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y su órgano descentralizado Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE), son los encargados de tener en un nivel óptimo el funcionamiento de las principales carreteras, puentes y autopistas de nuestro país.

La autopista Las Choapas- Raudales- Ocozocoautla es la más importante en el Sureste del País ya que no solo conecta la región del Golfo de México con el Pacífico, sino que también es la conexión con Centroamérica, por lo anterior, es indispensable tener en óptimas condiciones tanto sus puentes como sus caminos.

Cabe señalar que con la ejecución del Programa de Infraestructura Carretera, se busca contribuir en el desarrollo regional, combatir la pobreza mediante la

creación de empleos, facilitar el transporte de productos de las comunidades rurales a las ciudades o puertos más próximos.

Debido al mal estado de la superestructura de los puentes Playas I y Playas II ubicados en el km. 48+650 de la autopista que conecta los estado de Veracruz , Tabasco y Chiapas, se optó por sustituir el Sistema de Piso de ambas estructuras, cumpliendo en todo momento con los lineamientos y normas que nos rigen.

### **Objetivo.**

Objetivo general:

Sustituir el sistema de piso en los puentes Playas I y Playas II, ubicados en el km. 48 + 650 del camino directo Las Choapas-Raudales-Ocozocoautla, que cumpla con la calidad y la vida útil suficiente, para no requerir, de mantenimiento mayor durante un tiempo mínimo 20 años.

Además, partiendo de este objetivo general, surgen algunos objetivos particulares:

- a) Definir qué es un puente, así como todos los tipos existentes y los elementos que lo conforman.
- b) Llevar a cabo un estricto control de calidad de los materiales a emplear en esta obra.
- c) Optimizar los recursos para llevar a cabo la obra en tiempo y fecha previstos.

**Pregunta de investigación:**

En este caso se reconstruirá el sistema de piso de los puentes Playas I y Playas II con dimensiones de 13,10 m de ancho por 30,50 m y 122,50 m de largo respectivamente, cuyo uso es de gran importancia ya que es la principal vía terrestre entre Coatzacoalcos y Tuxtla Gutiérrez, también para la comunicación entre las localidades del municipio de Las Choapas en el estado de Veracruz, conociéndose ya los materiales a utilizar y el calendario de obra para dicha construcción.

Dicho lo anterior, se deben resolver los siguientes cuestionamientos:

1. ¿Cuál es la ventaja de utilizar Losacero como una cimbra permanente en las losas en comparación con otros materiales?
2. ¿Para qué sirve llevar a cabo la supervisión de obra y el control de calidad de los materiales que se van a utilizar para esta obra?
3. ¿Cómo se debe de llevar a cabo la distribución de los recursos humanos para llevar a buen fin la construcción de esta obra conforme a calendarización?

Para resolver estas preguntas es necesario respetar las normas nacionales e internacionales para el diseño de Puentes, así como las recomendaciones y normas que nos marca la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, tanto para materiales como para procedimientos constructivos.

## **Justificación.**

En el presente trabajo se da a conocer el proceso que se emplea para la sustitución de losas para dos puentes, en el que se destacan los puntos a tener en consideración y que son de vital importancia, tales como; el seguimiento lo más apegado a las normas y reglas de construcción para caminos y puentes, así como la supervisión y el control de la calidad de los materiales a utilizar en la obra, también se debe tener en cuenta los beneficios que dicha obra logrará, no solo en el ámbito local sino que también a nivel regional y nacional.

Por lo que el beneficio de este trabajo será para la comunidad de Ingeniería Civil, estudiantes de Ingeniería Civil y Arquitectura, consultores de este trabajo, la población de ese municipio y a los usuarios de dicha autopista.

## **Marco de referencia.**

La presente investigación se realizó en el km. 48 + 650 de la autopista Coatzacoalcos- Tuxtla Gutiérrez dentro del territorio municipal de Las Choapas, en el estado de Veracruz. Ahora bien, de acuerdo con la página [www.mx-blog.com](http://www.mx-blog.com), la ciudad de las Choapas se encuentra ubicado en la zona limítrofe sureste del estado con las coordenadas 17° 54' 35.46" N, 94° 05' 34.20" O, a 14 msnm, con longitud -94.098333 y latitud 17.908611 con una población es de 42,693 habitantes, según la última encuesta del INEGI 2010.

De acuerdo con la página de internet [www.e-blog.gob.mx](http://www.e-blog.gob.mx)(2015), el municipio de Las Choapas tiene una población total de 77,426 habitantes colinda al norte



con el municipio de Coatzacoalcos y Agua Dulce, al noroeste con el municipio de Moloacán, al oeste con Minatitlán, al suroeste con Uxpanapa, al sur Santa María Chimalapa, Oaxaca, al sureste Tecpatán en Chiapas y al este con Huimanguillo en el estado de Tabasco. Se encuentra a una distancia aproximada con la capital del estado de 490 km, su clima es cálido –regular con una temperatura promedio de 27°C, los ecosistemas en el municipio son los de selva baja, su riqueza minera se basa en bancos de materiales y grava, además de que cuenta con yacimientos petroleros, una tercera parte de la población se dedica a la agricultura cultivando arroz y maíz.

# CAPÍTULO 1

## PUENTES

En el presente capítulo se abordará lo referente a la historia y evolución de los puentes, su clasificación y los materiales de los que se construyen, así como sus antecedentes, dentro de los cuales se mencionarán los factores que intervinieron en el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de construcción,

Dentro de la historia se debe tener en cuenta que los romanos fueron los más importantes constructores y sus obras han perdurado hasta nuestros días.

### **1.1. Antecedentes.**

Como primer punto se debe definir lo que es un puente, para después dar una pequeña reseña de los cambios que han experimentado al paso del tiempo. “Los puentes son estructuras viales, con trazado por encima de la superficie, que permiten vencer obstáculos naturales como ríos, quebradas, hondonadas, canales, estrechos de mar, lagos, etc.” (Villarino, 2010:191).

De acuerdo con Villarino (2010), los puentes han existido desde épocas remotas, todo surgió cuando los seres humanos tuvieron la necesidad de librar obstáculos, tales como un pequeño arroyo, un río, un barranco, un cañón, entre otros, y utilizaron los materiales que tenían a la mano, rocas, troncos, bejucos, etc. Hasta el día de hoy la técnica ha pasado de pequeñas losas hasta grandes

puentes colgantes de cientos o miles de metros que cruzan bahías, se han convertido durante el transcurso de la historia de ser un elemento muy indispensable para la sociedad a ser un estandarte de la capacidad del hombre, al transformar simples materiales en obras maestras de la Ingeniería Civil.



Fotografía. 1.1. Tronco derribado para cruzar un pequeño arroyo.

(Fuente: [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org) (2015))



Fotografía. 1.2. Puente construido de losas de roca

(Fuente: [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org) (2015))

## 1.2. Evolución.

Según Jurado (2013), el hombre ha ido a la par con la evolución de los métodos y materiales de construcción de los puentes, ya que de acuerdo a sus necesidades y a los materiales con los que contaba para construir, así mismo los empleaba, desde los troncos, bejucos, bambúes y rocas, hasta el concreto y el acero.

A medida que fue pasando el tiempo se dio el surgimiento de los puentes colgantes, ahí es donde el hombre puso a prueba su creatividad e ingenio, en donde no podría utilizar más materiales que los que la naturaleza le proporcionaba. El tiempo transcurrió y los puentes tuvieron mejoras.

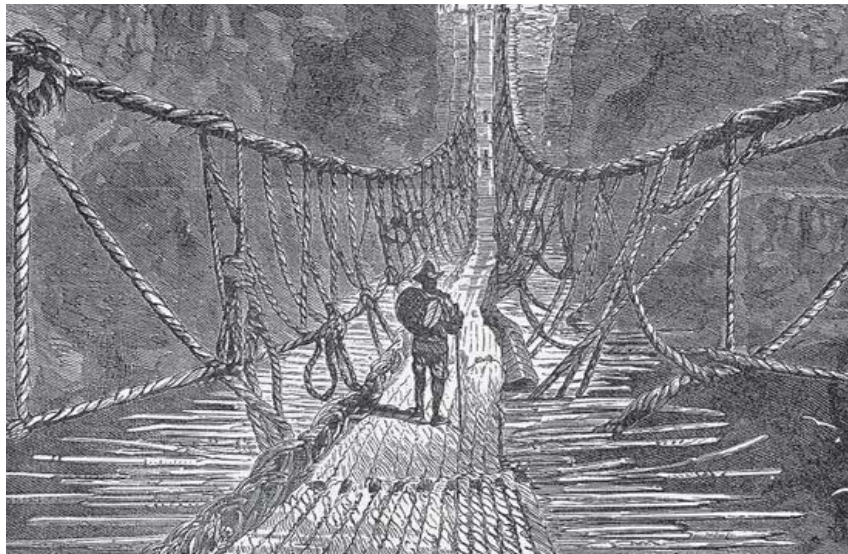


Imagen 1.1. Puente colgante Inca, construido con fibras de algodón, lana de llama, alpaca, arboles jóvenes y pastos.

(Fuente: [www.portalinca.com](http://www.portalinca.com) (2015))

Después de algún tiempo y con algunas modificaciones como empotrar troncos a las márgenes de las brechas, esto era recurrente cuando la distancia a salvar era mayor a la de los troncos utilizados, de ahí surgen los puentes en voladizo.

A medida que las legiones de Roma iban conquistando la mayor parte del mundo entonces conocido, construían nuevos puentes con materiales mejorados como lo eran la madera, la piedra labrada y la pozzolana (tipo de cemento hecho de agua, lima, arena y roca volcánica), los puentes de ladrillo y mortero fueron contruidos después de la era romana.



Fotografía. 1.3. Puente Romano de Córdoba construido en el siglo I a.C.

(Fuente:[www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org) (2015))

“Después de la caída de Roma en el año 476 d.C. las tinieblas se apoderaron de la humanidad” (Jurado, 2013:20), la construcción de puentes tuvo un gran retroceso durante seis siglos hasta la edad media, ya que mientras los romanos

veían en los ríos un obstáculo para su expansión el hombre medieval veía una defensa contra las invasiones.



Fotografía.1.4. Puente Laroque-des-Arcs ubicado en Arcambal, Francia.

(Fuente: [www.nauticalmewstoday.com](http://www.nauticalmewstoday.com) (2015))

De acuerdo con Jurado (2013), durante el siglo XVIII en el diseño de puentes surgieron grandes avances innovaciones con vigas por parte de Hans Ulrich, Johannes Grubenmann, entre otros, además de que surgió el primer libro para la construcción de puentes escrito por Hubert Gautier en 1716.

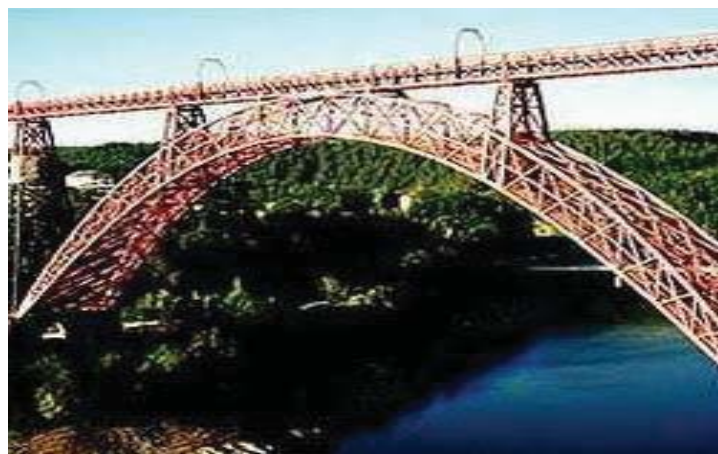




Imagen.1.2. Puente Piedra en Zaragoza, España.

(Fuente: [www.pasapues.es.com](http://www.pasapues.es.com) (2015))

A principios del siglo XIX con la llegada de la Revolución Industrial, los sistemas de celosía de hierro forjado fueron implementados para puentes más grandes, pero no fue sino hasta la irrupción del acero que se construyeron puentes más largos, muchos de ellos utilizando las ideas de Gustave Eiffel.



Fotografía. 1.5. Viaducto sobre el Río Garabit, Francia.

(Fuente: [www.arte-historia.com](http://www.arte-historia.com) (2015))

Después de 1840 se presenta un desarrollo muy importante ligado a la construcción de nuevas vías para ferrocarril y también en el incremento del tráfico por carretera debido a la intensa actividad económica generada por la Revolución Industrial, la construcción se vió beneficiada con la invención del cemento Portland.



Fotografía. 1.6. Construcción de puente Tranebergsbron, Estocolmo, Suecia en 1933.

(Fuente: es.wikipedia.gob (2015))



### 1.2.1. De la Prehistoria a la Edad Media.

En la prehistoria como ya se hizo mención se utilizaban materiales que se encontraban a la mano para la construcción de puentes, tales materiales eran, troncos, piedras, lianas, entre otros. Le siguieron los puentes de arcos contruidos con tablonos o troncos y con piedras, con un soporte simple y vigas transversales, la desventaja de estos puentes, además de ser pobremente contruidos era que no soportaban grandes cargas.

A partir de esto los grande constructores romanos realizaron mejoras y empleando el método de arcos crearon puentes y acueductos, que hasta el día de hoy, algunos de estos se mantienen en pie, un ejemplo de esto es el Puente de Alcántara contruido sobre el Río Tajo, en Portugal, también emplearon el cemento llamado pozzolana que ayudaba a reducir la variación de fuerza que tenía la roca natural de acuerdo con Jurado (2013).



Fotografía. 1.7. Puente de Alcántara en el Río Tajo, Portugal.

(Fuente: [www.revistatechne.com.br](http://www.revistatechne.com.br) (2015))

“La civilización Inca en Los Andes de Sudamérica implementó un diseño sencillo de puentes suspendidos llamados Puentes de Cuerdas”(Jurado, 2013:3), esto ocurrió previo a la colonización europea en el siglo XVI, posterior a esto la construcción de estructuras no tuvo grandes cambios, incluso en el reinado de Julio Cesar y la época Napoleónica la piedra y la madera se utilizaron del mismo modo, los cambios se fueron dando conforme las necesidades que de ellos sentían.

### **1.2.2. Edad Moderna de los Puentes.**

Según Jurado (2013), a principios del siglo XVIII, la Ingeniería y la arquitectura innovaron los diseños de puentes con la inclusión de vigas, con la Revolución Industrial del siglo XIX, llegaron el hierro forjado para construir puentes de mayores dimensiones y el acero para lograr la construcción de puentes de mayores longitudes debido a su elasticidad.

Siendo el puente una construcción creada por el hombre para librar obstáculos físicos o accidentes geográficos, su estructura y diseño tienen variantes dependiendo de la naturaleza del terreno donde se va a construir y su función que tienen la misma importancia. En el siglo XX la optimización de recursos jugó un papel importante creando nuevos métodos constructivos, con la llegada del concreto reforzado. “Los puentes son el triunfo de la inteligencia del ser humano para superar cualquier tipo de obstáculos utilizando su capacidad y tecnología” (<http://buenosaber.blogspot.mx> (2015)).

### **1.3. Clasificación de los Puentes.**

De acuerdo con Jurado (2013), los puentes pueden clasificarse en varios tipos, pero los más comunes son: de vigas rectas, de arcos, colgantes, atirantados y en cantiléver, existen diversos factores que determinan que tipo de puente se debe construir; elección de materiales, método de construcción, espesores y luces deseadas, cargas de uso y resistencia del terreno sobre el que se va a construir la cimentación, entre otros.

Teniendo en consideración de antemano que los puentes se construyen para soportar las cargas acostumbradas, se debe considerar las acciones del medio y ecológicas, tales como: acción del viento, temperatura, paso de vehículos, asentamientos del terreno y la humedad. A continuación, se definirán los tipos de puentes y se presentarán algunos ejemplos.

#### **1.3.1. Puentes de Vigas Rectas.**

Según Jurado (2013), este tipo de puente está constituido por una estructura de losa o viga continua, se emplean vigas en forma de "I", como huecas, se emplean en claros cortos e intermedios; están elaboradas por elementos que se apoyan en los extremos y estos a su vez se apoyan en columnas, recibiendo fuerzas verticales hacia abajo, por lo que reciben esfuerzos de compresión, mientras que los elementos horizontales reciben fuerzas de flexión como consecuencia de las cargas que soportan. El esfuerzo de flexión supone compresión en la parte superior y tensión en la parte inferior de la viga.

Las vigas se construyen de concreto armado o de acero, pueden salvar claros de 20 a 25 m, ya que para distancias superiores se utiliza mayormente el acero y el concreto pretensado, y en casos de claros superiores a los 35 metros se utilizan vigas compuestas.



Imagen. 1.3. Puente de Vigas Rectas.

(Fuente: [www.infovisual.info](http://www.infovisual.info) (2015))

#### 1.3.1.1. Para Secciones de Concreto.

**Viga doble T y Viga Artesa:** Son elementos prefabricados los cuales son detallados para obtener la mayor resistencia con las menores dimensiones posibles, se instalan en tramos con doble apoyo y en la parte superior se le complementa con una losa, en México se conocen comúnmente como trabes.

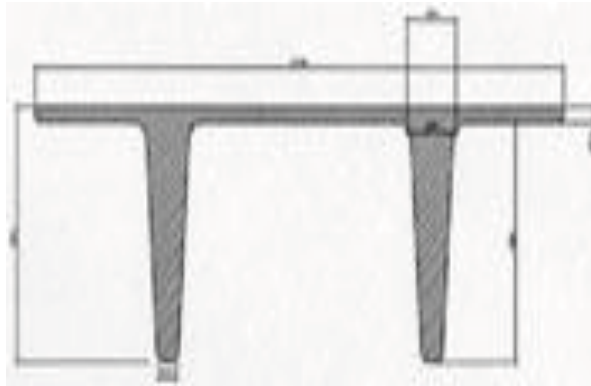


Imagen 1.4. Viga Doble T.

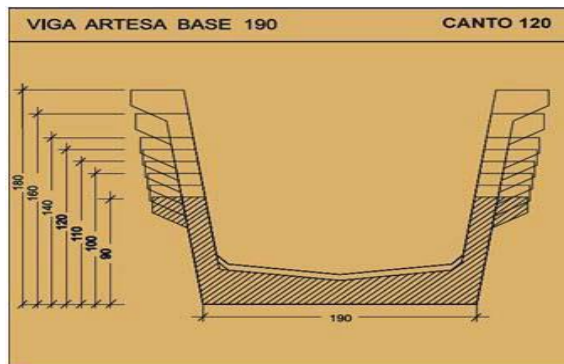


Imagen 1.5. Viga Artesa.

(Fuente: [www.revistaseccion.com](http://www.revistaseccion.com) (2015))

**Losa Aligerada:** comúnmente se busca que los elementos de concreto sean más ligeros, con la finalidad de reducir cargas a la cimentación, estos elementos se crean colocando moldes interiores previo al colado de la losa, los más utilizados son los de poliestireno expandido de alta densidad (15-25 kg/cm<sup>2</sup>).

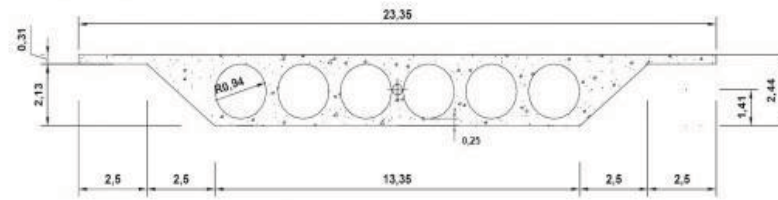


Imagen. 1.6. Losa Aligerada.

(Fuente: [www.arquonauta.com](http://www.arquonauta.com) (2015))

**Cajón o Dovelas:** son elementos prefabricados de concreto de suma importancia en la construcción de puentes de grandes dimensiones, se utilizan en la construcción de viaductos, pasos peatonales y puentes carreteros. Son de fácil instalación, evita colados en sitio y obstrucciones viales.

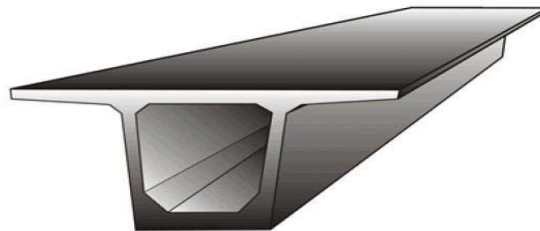


Imagen. 1.7. Viga Dovela o Cajón.

(Fuente: [www.arquonauta.com](http://www.arquonauta.com) (2015))

**Trabes Tipo AASHTO.** Son elementos de concreto presforzado ideales para soportar cargas en puentes con claros de hasta 30 metros, sus dimensiones varían de acuerdo a las necesidades del proyecto.

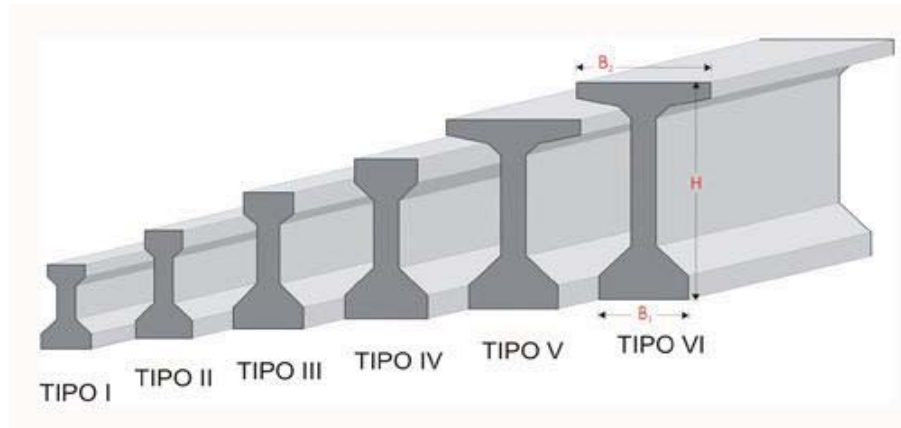


Imagen. 1.8. Traveses Tipo AASHTO.

(Fuente: [www.mexpresa.com](http://www.mexpresa.com) (2015))

### 1.3.2. Puentes Colgantes.

Siguiendo con Jurado (2013), los puentes colgantes están sostenidos por un arco invertido formado por varios cables de acero o cables principales, del que se suspende el tablero principal y los tirantes verticales, este tipo al igual que los de arco tiene mucha resistencia gracias a su forma, salva una determinada luz mediante un mecanismo que trabaja exclusivamente a tensión, evitando con esto que aparezcan flexiones, las fuerzas que actúan en los cables principales son de tensión mientras que en los pilares son de compresión. En la actualidad este tipo de estructuras son capaces de soportar el tráfico rodado e incluso líneas de trenes de carga ligeros.



Fotografía. 1.8. Puente Akashi Aikyo, Japón, el más largo del mundo, 3.911 metros.

(Fuente: [www.arquba.com](http://www.arquba.com) (2015))

### **1.3.3. Puentes de Arcos.**

“El arco es una estructura que resiste gracias a la forma que se le da, mediante la forma de arco se reparten las tensiones de manera que se producen compresiones en todas las partes del arco” (Cabrera, 2005:7), este tipo de estructuras tienen sus apoyos en los extremos y en la parte central se forma una estructura con forma de arco con la que transmite sus cargas, trabajan transfiriendo el peso propio y la sobrecarga de uso a los apoyos debido a la compresión que trabaja en el arco, donde se transforma en un empuje horizontal y una carga vertical. También se transmiten reacciones horizontales a los apoyos, que en consecuencia el terreno en donde se encuentra la cimentación



debe tener la capacidad para resistir. Cuando la distancia a salvar es muy grande se pueden construir con una serie de arcos.

Según Cabrera (2005), el tablero debe estar apoyado o colgado de una estructura principal dando como resultado varios tipos de puentes, que se mencionarán a continuación.

### **1.3.3.1. Arco Con Tablero Superior.**

Se le llama así, debido a que el tablero por donde transitan los vehículos o trenes se encuentra en la parte superior de la estructura, como se muestra a continuación:



Fotografía.1.9. Viaducto de Contreras en la región Murcia, España.

(Fuente: [www.adif.es](http://www.adif.es) (2015))

### **1.3.3.2. Arco Con Tablero Intermedio.**

Este tipo de estructuras son llamadas de esa forma, debido a que el tablero por donde transitan los medios de transporte está proyectado para construirse en la parte intermedia del arco, como se observa a continuación:



Fotografía.1.10. Puente de la Vicaria, Albacete, España.

(Fuente: [www.arqhys.com](http://www.arqhys.com) (2015))

### **1.3.3.3. Arco con tablero Inferior.**

Este último tipo de puentes le debe su nombre a que la pista o tablero por donde circulan los medios de transporte se construye en la parte baja del arco o en la base de este, como se ve en la siguiente fotografía:



Fotografía. 1.11. Puente del tercer Milenio en Zaragoza, España.

(Fuente: [www.jmhdezdez.com](http://www.jmhdezdez.com) (2015))

#### **1.3.4. Puentes Atirantados.**

Los elementos más importantes de este tipo de estructuras, como su nombre lo dice, son los tirantes, estos son cables rectos que atirantan el tablero, también forman una parte importante de esta estructura las torres que elevan el anclaje fijo de los tirantes de modo que introducen fuerzas verticales creando los pseudo-apoyos, también el tablero es parte importante, porque los tirantes al ser inclinados crean fuerzas horizontales que generalmente se anulan con el propio tablero, generando una resultante al igual que en la torre es de cero.

Los puentes atirantados si tiene varias torres se pueden confundir con los colgantes, en este tipo de puentes las cargas se transmiten a la torre central por medio de los cables, pero al estar inclinados, también se transmiten por la propia sección, hasta la torre, donde se compensa por la fuerza recibida por el lado

contrario, no con un contrapeso en el extremo, por ello no requiere anclajes en los extremos, de acuerdo con Jurado (2013).



Fotografía. 1.12. Gran Puente de Tatara, Hiroshima, Japón.

(Fuente: [www.blogspot.mx](http://www.blogspot.mx) (2015))

### **1.3.5. Puentes en Cantiléver.**

Siguiendo a Jurado (2013), este tipo de estructuras tiene una muy especial aplicación en distancias muy grandes de claros. Librar, recibe su nombre de los brazos voladizos o cantiléver que se proyectan desde las pilas; estos también pueden proyectarse hacia las orillas para sostener los extremos de dos tramos suspendidos, este principio puede aplicarse a los puentes de armadura de acero y tablero superior, existen puentes de concreto armado o de vigas armadas metálicas en cantiléver; incluso existen puentes con armadura de hierro

construidos con el sistema nombrado arco cantiléver que es la combinación del principio cantiléver con el arco. El arco puede estar articulado en las pilas e incluso tener una triple articulación.



Fotografía. 1.13. Puente Ferroviario del Firth of Forth, Edimburgo, Escocia, Reino Unido.

(Fuente: [www.puentemania.com](http://www.puentemania.com) (2015))

## CAPÍTULO 2

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS PUENTES

En el presente capítulo se mencionan los elementos que forman a los puentes, tanto en su superestructura como en la subestructura o infraestructura, sus funciones y clasificaciones; también se hará mención de la tipología de los puentes de acuerdo a su naturaleza y el material del que serán construidos.

Finalmente se complementa este capítulo con los diferentes tipos de procedimientos constructivos, tanto para puentes de vigas, como los de arcos, colgantes, en cantiléver y atirantados.

#### **2.1. Elementos Constitutivos de los puentes.**

De acuerdo con Villarino (2010), el proyecto y el cálculo de puentes están en manos de la Ingeniería Estructural, ya que siendo numerosos los tipos de diseños que se han utilizado a lo largo de la historia, siempre se debe buscar que la estructura elegida sea la más acorde con las necesidades y expectativas planteadas.

Ahora bien, los puentes están constituidos fundamentalmente de dos partes:

- La superestructura.
- La subestructura o infraestructura.



### **2.1.1. Superestructura.**

“La superestructura es la parte del puente donde actúa la carga móvil” (Villarino, 2010:191), y salva la distancia entre uno o más claros, está constituida por las vigas longitudinales, diafragmas, tablero o losa, estos a su vez se clasifican en:

- Elementos Principales.
- Elementos Secundarios.

#### **2.1.1.1. Elementos Principales.**

De acuerdo con Villarino (2010), son los elementos que transmiten las cargas vivas (tránsito) y muertas (peso propio de la estructura) a los apoyos extremos e intermedios de la subestructura o superestructura. Y están constituidos por la losa, estructura metálica y vigas.

- **Losa:** Esta consiste en una plancha de concreto puede ser reforzado o pre-esforzado, de madera o metal, y que sirve también como tablero. Los puentes con este tipo de losa solo pueden salvar pequeñas distancias debido al peso propio de elemento y al costo que se incrementa conforme aumenta la distancia.



Fotografía. 2.1. Ejemplo de una losa reforzada.

(Fuente: [www.blogspot.mx](http://www.blogspot.mx) (2015))

- **Vigas:** Estos elementos se colocan paralelas a la carretera, soportando cargas verticales que se trasladan a las pilas y estribos del puente, sobre estas se dispone una losa de concreto reforzado que sirve de base para la calzada.



Fotografía. 2.2. Alineamiento y colocación de viga preesforzada de concreto en puente.

(Fuente: [www.blogspot.mx](http://www.blogspot.mx) (2015))



- **Estructura Metálica:** El acero es un material que soporta bien los esfuerzos de flexión, compresión y tensión, esta propiedad se emplea en los puentes metálicos de arco o de vigas de acero; la armadura es una viga formada por tramos cortos esbeltos conectados en los extremos, las cargas muertas y vivas se transmiten por medio de las vigas transversales del tablero directamente a las conexiones de la armadura.

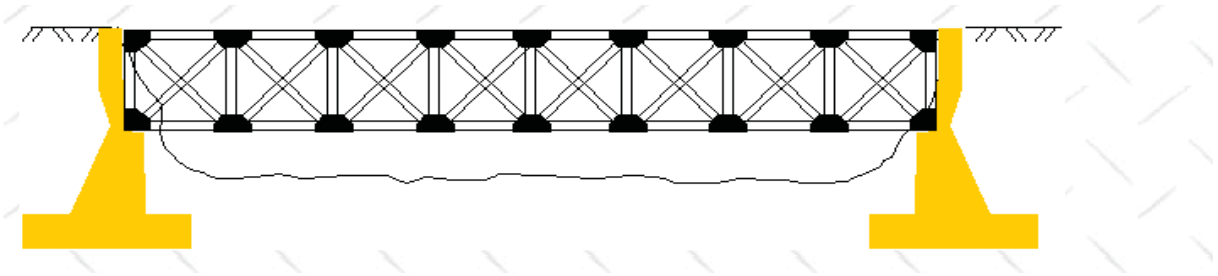


Fig.2.1. Armadura metálica en puente.

(Fuente: [www.miliarium.com](http://www.miliarium.com) (2015))

#### 2.1.1.2. Elementos Secundarios.

Siguiendo a Villarino (2010), son elementos complementarios de la superestructura que son necesarios para la estabilidad y hacen posible el tránsito por el puente; y los elementos que forman parte de este grupo son: losa tablero, diafragmas transversales, arriostramiento, barandas o pasamanos y las calzadas o superficies de rodamiento.

- **Losa Tablero:** es el tablero (madera) o losa (concreto y/o metal) del puente que soporta directamente las cargas del vehículo, tren, peatón o lo que transite

por este elemento, este proporciona la capacidad portante de carga del sistema de cubierta.



Fotografía.2.3. Ejemplo de Losa Tablero.

(Fuente: [www.blogspot.mx](http://www.blogspot.mx) (2015))

- **Diafragmas Transversales:** estos elementos están considerados como simplemente apoyados que proporciona rigidez entre vigas, y que a su vez le transmiten fuerzas a través del cortante vertical, el cual es transmitido por el apoyo directo de la losa a las vigas y también por medio de varillas llamadas tensores que atraviesan las vigas longitudinales.



Fotografía.2.4. Diafragma transversal.

(Fuente: Propia.)

- **Arriostramiento:** este elemento permite mantener a los elementos estructurales en posición correcta, se usan generalmente en las estructuras metálicas o armaduras; según la ubicación en la estructura se pueden clasificar como: del portal, transversal, lateral superior y lateral inferior.

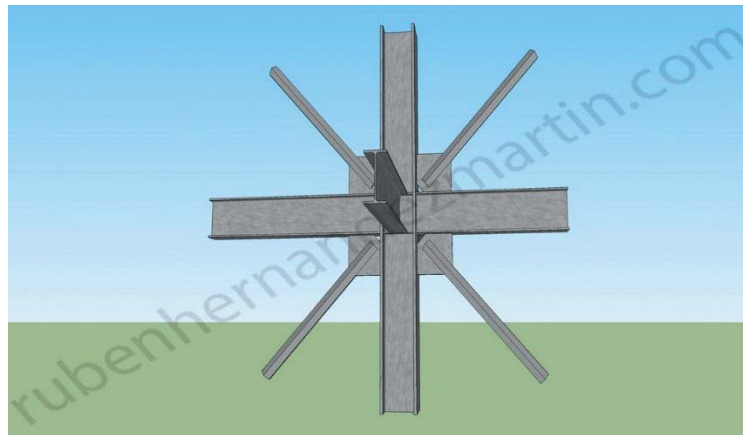


Imagen.2.1. Arriostramiento en estructuras metálicas.

(Fuente: [www.rubenhernandezmartin.com](http://www.rubenhernandezmartin.com) (2015))

- **Barandas o Pasamanos:** son elementos de seguridad que se encuentran a los costados del puente, su función es la de canalizar el tránsito y también la de contener la caída de personas y vehículos. Las normas AASHTO definen tres tipos: para peatones, para bicicletas y para tráfico, y se pueden combinar entre sí.



Fotografía.2.5. Baranda o Pasamanos de puente.

(Fuente: [www.blogspot.mx](http://www.blogspot.mx) (2015))

- **Calzada o Superficie de Rodamiento:** este elemento proporciona el piso para el tránsito de los vehículos y se coloca en la cara superior de la losa estructural, generalmente estos elementos son contruidos o colocados después de colada la losa, aunque también existen casos de calzadas o pisos monolíticos, que son colados íntegramente con la losa estructural, en nuestro país generalmente se construyen de concreto asfáltico o concreto hidráulico, aunque también pueden estar formadas de madera, metal o balastro.



Fotografía.2.6. Calzada de Puente Bosch, Avellaneda, Argentina.

(Fuente: commons.wikimedia.org.(2015))

### 2.1.2. Subestructura o Infraestructura.

“Es la parte del puente que se encarga de transmitir las solicitaciones al suelo de cimentación” (Villarino, 2010:191) y está formada por los elementos que se construyen para soportar la superestructura y el tráfico vehicular, estos elementos son: los apoyos, estribos, pilas y cimentaciones.

- **Apoyos:** son conjuntos estructurales instalados entre las vigas longitudinales y los estribos cuya función es de distribuir de forma segura las cargas que le aplica la superestructura a la subestructura, estos deben cumplir con dos requisitos básicos: distribuir las reacciones sobre las zonas adecuadas de la

subestructura y además debe adaptarse a las deformaciones producidas por la superestructura sin generar fuerzas perjudiciales.

Villarino (2010), conforme a las características principales de los apoyos se puede hacer la siguiente clasificación:

- Apoyos Elastómericos.
- Apoyos de Depósito.
- Apoyos Metálicos.
- Apoyos con elementos de Teflón.
- **Estribos:** “Situados en los extremos del puente sostienen los terraplenes que conducen al puente. A diferencia de las pilas, los estribos reciben además de la superestructura el empuje de las tierras de los terraplenes de acceso al puente, en consecuencia trabajan también como muros de contención”.(Villarino 2010:192)

En base a las características específicas de los estribos se tiene la siguiente clasificación:

- Estribos de Silla.
- Estribos de Clavija Continua.
- Estribos Completamente Cerrados.
- Estribos Celulares Cerrados.
- Estribos Tipo Muro de Gravedad.

- **Pilas:** “Son los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos. Deben soportar la carga permanentemente y sobrecargas sin asientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales” (Villarino, 2010:192); a continuación se hace mención de los tipos de pilas más empleados en los puentes:

- Tipo Marco.
- Tipo Pared.
- Tipo Cabeza de Martillo.
- Tipo de Columna Aislada.

- **Cimentaciones:** son los elementos estructurales que se encargan de transmitir las cargas que producen la superestructura y la subestructura, hacia el terreno sobre el que se construyó el puente, sin rebasar su capacidad de carga; el diseño y la selección dependen de los resultados de las condiciones de carga especificadas en el análisis estructural, de la geometría del puente en general, de la geología del terreno y el subsuelo, de los resultados de pruebas de laboratorio y de la interpretación de datos de campo, según Villarino (2010). Considerando el tipo de sistema estructural, el tipo de cargas soportadas y la capacidad del suelo, define que existen seis tipos básicos de estructuras de cimentación que a continuación se mencionan:

- Zapatas de Muros.
- Zapatas Aisladas.
- Zapatas Combinadas.
- Zapatas en Voladizo o Ligadas.
- Pilotes de Cimentación.

- Losas de Cimentación o Flotantes.

## **2.2. Tipología de los Puentes.**

Siguiendo con Villarino (2010) las estructuras se clasifican de acuerdo a las necesidades del ser humano ya sea, para cruzar un río, lago, canal, barranco u otro obstáculo, en dos tipos debido a la naturaleza de su construcción y a los materiales del que se construye.

### **2.2.1. Por la Naturaleza.**

En este tipo de puentes se toma como primer punto básico, para que tipo de transporte se debe construir, en base a esto, así mismo, se debe diseñar las dimensiones de sus elementos y la ubicación, de esto se derivan los siguientes: de carretera, ferrocarril, puente-canal y puente acueducto, cada uno con funcionalidad diferente.

#### **2.2.1.1 Puentes de Carretera.**

Este tipo de estructuras permite el paso de vehículos automotores, el ancho de calzada y los elementos de seguridad dependen del uso de la vía, tipo de construcción de puente, el claro o vano que debe salvar, la topografía del lugar, la geología de la zona o área, así como los costos y el impacto ambiental; este tipo de estructuras pueden estar constituidas de una o dos plataformas



independientes para que circule el tráfico libremente en cada dirección, los materiales más utilizados para la construcción de estas estructuras son el concreto armado y pretensado.



Fotografía.2.7. Puente Chiapas, en el estado de Chiapas, México.

(Fuente: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com) (2015))

#### **2.2.1.2. Puentes de Ferrocarril.**

Esta clase de estructuras siempre despiertan admiración, aunque los materiales utilizados para su construcción son prácticamente los mismos que en caso de los vehiculares, si tienen marcadas diferencias en las dimensiones de sus elementos.



Fotografía.2.8. Puente Ferroviario sobre el Río Pacuare, Costa Rica.

(Fuente: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com) (2015))

### **2.2.1.3. Puentes-canal.**

Es una estructura que permite el cruce de un canal a través de depresiones poco profundas del terreno como ríos y arroyos, consiste principalmente en un conducto o tubería que es soportada por pilas y caballetes. El conducto puede ser cerrado o abierto, en el caso de que sea cerrado y trabaje a presión, estará funcionando de acuerdo a las leyes de flujo en tuberías a presión; el caso más común es el de tubería cerrada y abierta que trabajan a medio llenado, los cuales trabajan de la misma forma que lo hace un canal ordinario, cuya dirección de la corriente trabaja exclusivamente bajo la acción de la gravedad.



Fotografía. 2.9. Puente-canal sobre el Río Elbe, Alemania.

(Fuente: mezvan.blogsome.com (2015))

#### **2.2.1.4. Puentes-acueductos.**

Estas estructuras permiten librar el cauce de ríos y arroyos que el canal encuentra en su recorrido, permitiendo el paso de las aguas del cauce fluvial por debajo de la caja del canal, y por encima el paso del propio canal y sus caminos laterales, según Villarino (2010).



Fotografía.2.10. Puente-acueducto que cruza el Río Gardon, Francia.

(Fuente: es.123rf.com (2015))

### **2.2.2. Por el Material Constructivo.**

Ahora bien, en este tipo de estructuras lo más importante es el material del que se van a construir, en base a esto, se diseñaran y construirán los elementos que forman las estructuras; los materiales son variados y pueden ser combinaciones de estos, aunque los más comunes son los siguiente, madera, metal y concreto.

#### **2.2.2.1. Madera.**

“La madera es el material que utilizó el hombre para hacer sus primeras construcciones, un tronco de árbol sobre un río fue seguramente el primer puente artificial. Los puentes de madera son más fáciles y más rápidos de construir que

los de piedra, y han resultado siempre más económicos” (Villarino, 2010:193), los puentes de madera siempre han planteado una problemática que es la durabilidad por eso se consideran como provisionales, mientras se tiene el suficiente recurso para sustituirlos.

Hoy en día se siguen construyendo algunas estructuras de madera, en casos excepcionales ya que su costo se ha elevado de manera que ya es más económico construirlas de concreto o metálicas.



Fotografía. 2.11. Puente Akkerwinde ubicado en Sneek, Holanda.

(Fuente: [www.contemporist.com](http://www.contemporist.com) (2015))

#### **2.2.2.2. Metal.**

De acuerdo con Villarino (2010), el empleo de hierro ha significado una transformación radical en la construcción y en lo particular en los puentes hasta hoy en día sigue siendo el material de los grandes puentes, de antemano se sabe que el material ha evolucionado considerablemente, existe diferencia entre las características y la calidad de los aceros actuales y el hierro fundido que se

utilizó en los inicios. Los materiales derivados del hierro utilizados en las construcción han sido el hierro fundido, hierro forjado y el acero, desde finales del siglo XIX el acero se impuso como material de construcción por sobre el hierro, a partir de entonces es el material utilizado para la construcción de puentes.



Fotografía.2.12. Puente 25 de Abril, en Lisboa, Portugal.

(Fuente: [www.minube.com](http://www.minube.com) (2015))

#### **2.2.2.2. Concreto.**

En la elaboración de este tipo de estructuras, existen dos clases de elementos de concreto utilizados comúnmente: armados y pretensados.

- **Armado:** el concreto armado es una combinación entre concreto y acero que es ideal para resistir esfuerzos de flexión; el concreto es óptimo para resistir esfuerzos de compresión mientras que las varillas de acero resisten los esfuerzos de tensión, para este tipo de elementos se imponen dos soluciones



clásicas: la primera consiste en las traveses o vías de alma llena que se unen a la losa superior o traveses tipo cajón para claros o luces mayores y la segunda son los arcos que es una solución idónea para el concreto ya que trabaja perfectamente a compresión, de acuerdo con Villarino (2010).



Fotografía.2.13. Puente Bicentenario en el municipio de Tihuatlán, Veracruz, México.

(Fuente: [gobiernover.blogspot.mx](http://gobiernover.blogspot.mx) (2015))

#### **2.2.2.4. Mixtos.**

Las estructuras mixtas son una nueva forma de combinación entre el acero y el concreto ya que a diferencia del concreto pretensado y armado, estas no son mezcladas sino que se unen para que trabajen conjuntamente.

“Una de las principales ventajas de los puentes mixtos y por ello sustituyen a los puentes pretensados, incluso en luces pequeñas, es que su construcción se puede hacer igual que la de un puente metálico con las ventajas que esto

representa por su mayor ligereza” (Villarino, 2010:196), por lo que transmite menores cargas a la cimentación; ahora bien la desventaja es que trabajan de forma conjunta acero y concreto, para ello se debe transmitir el esfuerzo rasante que se presenta en la unión de los materiales, para esto se utilizan conectores metálicos que van embebidos en concreto al que se unen por adherencia y soldados a las traveses de acero.



Fotografía.2.14. Puente enlace Santiago, Santiago de Compostela, España.

(Fuente: [www.pondio.com](http://www.pondio.com) (2015))

### **2.3. Procedimientos Constructivos.**

De acuerdo con Villarino (2010) se entiende por proceso o procedimientos constructivos a la serie de pasos y etapas que se deben cumplir lo más apegado a las normas de construcción vigentes para llevar a buen término la culminación de cualquier obra civil, si bien existe un procedimiento constructivo particular para cada obra también es cierto que existen algunos pasos comunes entre ellas.



### 2.3.1. Para Puentes de Vigas Rectas.

En este tipo de puentes se utilizan comúnmente los siguientes procedimientos:

- **Puentes de Vigas de Concreto prefabricado o Losas Artesas:** en este proceso, “Cada viga o losa se montan directamente mediante el empleo de grúas, entre dos pilas y se colocan a una cierta distancia, constituyendo el soporte de la losa de hormigón (concreto) que forma el tablero del puente” (Villarino, 2010:217).
- **Construcción con Cimbra Estática:** este sistema se emplea para puentes de poca altura de concreto colados en sitio, este sistema es ideal para Pasos Superiores Vehiculares (PSV), en caso de que sean varios vanos los que se van construir se hace tramo a tramo, una vez colado se pretensa, descimbra y desencofra y se desplaza al siguiente tramo.
- **Construcción con Cimbra Desplazable:** en este caso lo único que se modifica es que la cimbra se desplaza por medio de rieles colocados previamente sobre el terreno, y al terminar de colar, pretensar y descimbrar, todo el sistema se cambia de posición hacia el siguiente tramo, según Villarino (2010).
- **Construcción con Autocimbras:** este sistema consiste en armar cimbras que permiten colar tramos de tablero, y tienen la característica de desplazarse por sus propios medios de una posición a otra del elemento colado, ya que se sujetan de la pila delantera y el tramo del tablero construido anteriormente facilitando su desplazamiento.

- **Avance en Voladizo:** de acuerdo con Villarino (2010), consiste en construir la superestructura a partir de pilas, agregando tramos parciales que se sostienen del tramo anterior, esta maniobra se realiza de manera simétrica tratando de mantener equilibrada la obra y con la finalidad de evitar que se generen momentos muy grandes que puedan provocar un vuelco. Este proceso se puede llevar a cabo mediante un carro de avance o mediante vigas autolanzables.

- **Construcción Por puente Empujado:** el procedimiento consiste en montar el tablero detrás del estribo y después empujarlo mediante gatos hidráulicos deslizándolo sobre las pilas hasta alcanzar su posición definitiva al llegar al otro estribo, este tablero también puede componerse por dovelas prefabricadas o coladas en sitio; el método de empuje ha permitido favorecer la construcción de puentes sobre obstáculos de gran longitud.

### 2.3.2. Para Puentes de Arcos.

De acuerdo con Cabrera (2005), para este tipo de puentes se emplean los siguientes métodos constructivos:

- **Construcción con Cimbra estática:** prácticamente es el mismo procedimiento que el utilizado en los tramos de vigas rectas, con la diferencia que los tramos ahora son en arco y la cimbra toma la forma de este.

- **Voladizos Sucesivos Compensados:** como su nombre lo dice este tipo de procedimiento constructivo para puentes en arco consiste en la construcción del arco por medio de carros de avance que colocan tramos de forma simétrica para

evitar un vuelco en la estructura y su avance es de los estribos hacia el centro del vano, y se construye finalmente el tablero.

- **Arco con Estabilización por Tirantes:** este método consiste en construir torres de atirantamiento en los arranques del arco en los extremos del río, cada torre se atiranta desde la cimentación de las pilas que cuentan con unidades de anclaje al terreno, la construcción del tablero se realiza por tramos por medio de una autocimbra colocada en ambos estribos, los tirantes parten de las torres hacia la cimbra para darle rigidez, se van colando por tramos, el arco y el tablero hacia el centro del claro.

### **2.3.3. Para Puentes Colgantes.**

Villarino (2010), las principales fases del proceso constructivo para puentes colgantes son las siguientes:

- **Construcción de torres y contrapesos:** “por lo que se refiere a la construcción de las torres se montan generalmente mediante grúas trepadoras ancladas en ellas que se van elevando a la vez que van subiendo las torres. En cuanto a los contrapesos tampoco plantean especiales problemas. Su dificultad radica simplemente en la precisión que requiere la colocación de las piezas metálicas que sirven de anclaje a las piezas que forman el cable” (Villarino, 2010:229).

- **Montaje de los Cables principales:** Es considerada la etapa más complicada del procedimiento constructivo pues es la tarea básica; para montar los cables

principales se lanzan primero unos cables auxiliares para sostenerlos mientras transcurre la etapa de la construcción.

- **Montaje del tablero:** esta etapa se lleva a cabo por el método de voladizos sucesivos avanzando la ménsula desde un tirante al siguiente, del que se sostiene; el avance se debe hacer simétricamente desde la torre de sustentación hacia el centro del claro y hacia los extremos, ahora bien desde el tablero una vez iniciada su construcción se van montando piezas elevándolas mediante grúas montadas sobre éste, hasta cerrar el tablero en el centro del claro; otro método para el montaje del tablero es la división de este en dovelas de sección completa que se llevan debajo de este por flotación y se elevan a este desde los cables principales por medio de cabrestantes para finalmente ya que están colocadas en su lugar definitivo ahora si colgarlas de los tirantes, de acuerdo on Villarino (2010).

#### **2.3.4. Para Puentes Atirantados.**

Siguiendo con Villarino (2010), para este tipo de puentes los métodos más comunes son los que se mencionan a continuación:

- **Construcción de Voladizos:** este procedimiento ya se ha comentado con anterioridad y consiste en construir las torres y montar los tirantes en ellas para después de esto, ahora si ir montando las dovelas prefabricadas y conforme se van colocando se van atirantando con los cables, este avance va en dirección de

las torres hacia el centro y los extremos y se realiza de forma simétricas, hasta concluir en el centro del vano.

- **Construcción Sobre Apoyos Provisionales:** “consiste en construir el tablero completo del puente sobre un sistema de apoyos provisionales antes de atirantarlo. Terminado el tablero se montan los tirantes y se las va dando carga sucesivamente hasta dejar el puente en el aire”. (Villarino, 2010:232)

### **2.3.5. Puentes en Cantiléver.**

Finalmente Villarino (2010), este tipo de estructuras se construyen con el sistema patentado por el Ingeniero alemán Henrich Gerber, que tiempo después se le conoció como viga cantiléver, este sistema consiste en crear articulaciones en una viga continua para transformarla a isostática de forma que se convierten los elementos como simplemente apoyados prolongados en sus extremos por ménsulas en vanos alternos que se enlaza, entre sí, por vigas apoyadas en los extremos de las ménsulas, para tener la ventaja de una viga continua y de una estructura isostática. Es importante mencionar que todas las estructuras cuyo principio es el sistema cantiléver, se construyen por la técnica de voladizos sucesivos, mediante ménsulas consecutivas que se proyectan en el espacio a partir del elemento previo.

## CAPÍTULO 3

### RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En este capítulo se abordarán las generalidades del proyecto y el objetivo, que tienen una gran importancia para de ahí partir y seleccionar la mejor solución a la problemática que se ha generado, en un segundo momento se analizará el alcance de dicho proyecto, así como, el alcance del proyecto, para culminar con el entorno geográfico, en este último tema se abordarán las características que predominan en la zona donde se construyó dicha obra.

#### **3.1. Generalidades.**

Este trabajo de tesis se refiere al proceso constructivo que se empleó para la sustitución del sistema de piso o tablero de los puentes PLAYAS I Y PLAYAS II que se encuentran ubicados en el km. 48 + 600 y 48 + 650 respectivamente, teniendo el km. 0 + 000 en la plaza de cobro “Las Choapas” que se encuentran sobre la autopista Las Choapas-Raudales-Ocozocoautla, este camino directo pasa por tres estados, Veracruz, Tabasco y Chiapas.

### **3.1.1. Objetivo.**

El objetivo de este proyecto es rehabilitar el tablero y superficie de rodamiento de los puentes antes mencionados, Playas I y Playas II, esto se debe llevar a cabo por el procedimiento constructivo que se considere el mejor, de acuerdo al estudio previo de alternativas de solución, para esto debemos de tener en cuenta muchos factores como lo son, el impacto ambiental, costos, tiempos de ejecución, vida útil de los materiales, entre otros.

### **3.1.2. Alcance del proyecto.**

En este trabajo se da a conocer el procedimiento constructivo que se empleó para la sustitución del sistema de piso de los puentes antes mencionados, el cual es de vital importancia para la región sureste del país, tanto a nivel local y estatal, como a nivel regional en el país.

En primer lugar a nivel local y estatal, es de vital importancia ya que de acuerdo con su ubicación permite que las comunidades tanto del estado de Veracruz, como del estado de Tabasco y Chiapas, transporten sus productos y los den a conocer en las ferias locales de dichas comunidades.

Considerada la principal arteria del intercambio de productos entre los estados de Chiapas, Tabasco, Veracruz y los países centroamericanos con los estados del norte de nuestro país y el país vecino de Estados Unidos, por ende, se debe tener esta vía de comunicación en excelentes condiciones.

También se debe considerar que el municipio de Las Choapas es de vital importancia por sus pozos de perforación de petróleo e instalaciones de Pemex, cabe señalar que no solo a nivel municipal es importante lo que se acaba de mencionar sino, a nivel regional ya que la mayoría de los trabajadores son foráneos.

Ahora bien, con todo lo antes mencionado es necesario y urgente el mejoramiento de las condiciones en las que se encuentran estas estructuras, ya que están en muy mal estado, la carpeta asfáltica está dañada ya que presenta baches que oscilan entre los 50,0 y 90,0 cm de diámetro, la losa sobre la que se encuentra también presenta fracturas en los lugares donde se localizan los baches, los conos de derrame están en muy mal estado, por lo que se procederá a mejorar tanto el tablero como los detalles que se han mencionado anteriormente y otros que requiera, también se llevará a cabo el correcto seguimiento en el control de los materiales y calidad de la obra, así como, el correcto manejo de la normatividad empleada para la construcción de caminos y puentes.

### **3.2. Resumen Ejecutivo.**

Conjuntamente con estos trabajos de rehabilitación de la superestructura de estos puentes se hizo el estudio previo del impacto ambiental, geológicos, de geotecnia, se tomaron muestras de asfalto y concreto dañado para encontrar el origen y la naturaleza de dichos daños, para finalmente realizar el diseño de la



nueva estructura, así como, los costos de esta dentro del procedimiento constructivo, incluyendo un reporte fotográfico para apreciar de manera más objetiva el avance de la obra en construcción desde sus inicios hasta la culminación; incluyendo el Izaje de trabes, demolición de: carpeta asfáltica, losas de concreto y parapetos, colocación de Losacero, armado de parrillas y colado de losas de concreto hasta la construcción de carpeta asfáltica.

Se realizaron sondeos mediante pozos a cielo abierto, para así mismo, obtener la calidad tanto del asfalto como del concreto de las losas anteriormente construidas, conociendo sus características actuales y la calidad de sus materiales. En seguida, al concluir con los trabajos de sondeo y obtener los resultados se determinó que la capa asfáltica contaba con un espesor variable, entre los 8,0 cm y los 10,0 cm, y la losa de concreto contaba con un espesor promedio de 23,0 cm, el siguiente paso fue el estudio previo de los bancos de materiales, analizando muestras del material propuesto para la elaboración tanto del concreto como del asfalto, verificando que cumplan con las normas de calidad establecidas por la SCT, para el concreto y la carpeta asfáltica, sin dejar a un lado el verificar que los bancos de materiales no cuenten con problemas para su explotación y que de ninguna manera se creen problemáticas ecológicas ni de impacto ambiental.

Los tipos de fallas que se presentaron en las dos estructuras fueron los siguientes, baches o calaveras sobre la carpeta asfáltica en ambas direcciones de la circulación teniendo desprendimiento de considerables cantidades de material pétreo; estas fallas se presentan generalmente cuando la cantidad de

emulsión se excede de la marcada en proyecto o el material pétreo contiene exceso de humedad.

Otro factor es la temperatura del asfalto al ser tendida y compactada, sin dejar de contemplar que existe otro posible factor que es la falta de bombeo en los niveles de la carpeta asfáltica y la losa del tablero, conjuntamente con la falta de drenes, lo más correcto en este caso es el retiro total de esta carpeta y la construcción de una nueva; otra falla encontrada fue el asentamiento y desprendimiento de material pétreo en las juntas de dilatación ubicadas en las losas de acceso de las dos estructuras, esta falla se le atribuye al asentamiento en los terraplenes de acceso que dieron como consecuencia un desnivel entre las losas de acceso y los tableros de las superestructuras generando un incremento en el impacto vehicular.

También se descubrió que el tipo de junta utilizada no era la adecuada para esas estructuras debido a que sus características no eran suficientes para absorber de manera óptima las deformaciones que se producían entre las losas de acceso y el tablero de las estructuras; para esto la solución más adecuada a esta problemática es la demolición de las losas de acceso y el retiro de las juntas de dilatación dañadas para después renivelar las losas de acceso y colocar nuevas juntas de dilatación del tipo WOSd 100 o similar de acuerdo con el proyecto, cumpliendo con la calidad requerida. Siguiendo con la detección de problemas en las estructuras, pasamos a la ubicación de hoyos y grietas en la losa del tablero de las dos estructuras, los huecos contaban con una profundidad de entre 10,0 y 15,0 cm y un diámetro de entre 50,0 y 90,0 cm.

Además se presentaron algunos huecos que traspasaban la losa totalmente nombrados comúnmente hormigueros, de acuerdo con las observaciones y estudios del concreto se llegó a la conclusión de que esto se presentó debido a la baja calidad de los agregados y la mala calidad del concreto conjuntamente con su insuficiente capacidad de carga debido al mal diseño estructural, para este problema se optó por la solución de demoler la losa de concreto incluyendo parapetos y la construcción de una losa con doble parrilla y un sistema de una cimbra permanente utilizando Losacero, con esto se evitaría también que existiera acero expuesto en la parte inferior de esta.

Finalmente se detectó que los conos de derrame y algunas pilas se encontraban con daños estructurales, esto se produjo porque se incrementa el nivel del río en épocas de lluvia llegando a niveles que no se habían contemplado en el diseño anterior provocando la socavación de los elementos mencionados y al ambiente agresivo que se presenta en esta zona con exceso de humedad, la solución planteada para estos problemas es la demolición y retiro de los cono de derrame en su totalidad , para pasar a la construcción de estos, con la debida compactación del material de relleno, y finalmente colocar un colchón de gavión precisamente para evitar que se vuelva a producir el mismo problema, ahora bien en el caso de la pila dañada se sugirió la construcción de dados de concreto que brindará mucha mayor protección del ambiente hostil de la región.

### **3.3. Entorno Geográfico.**

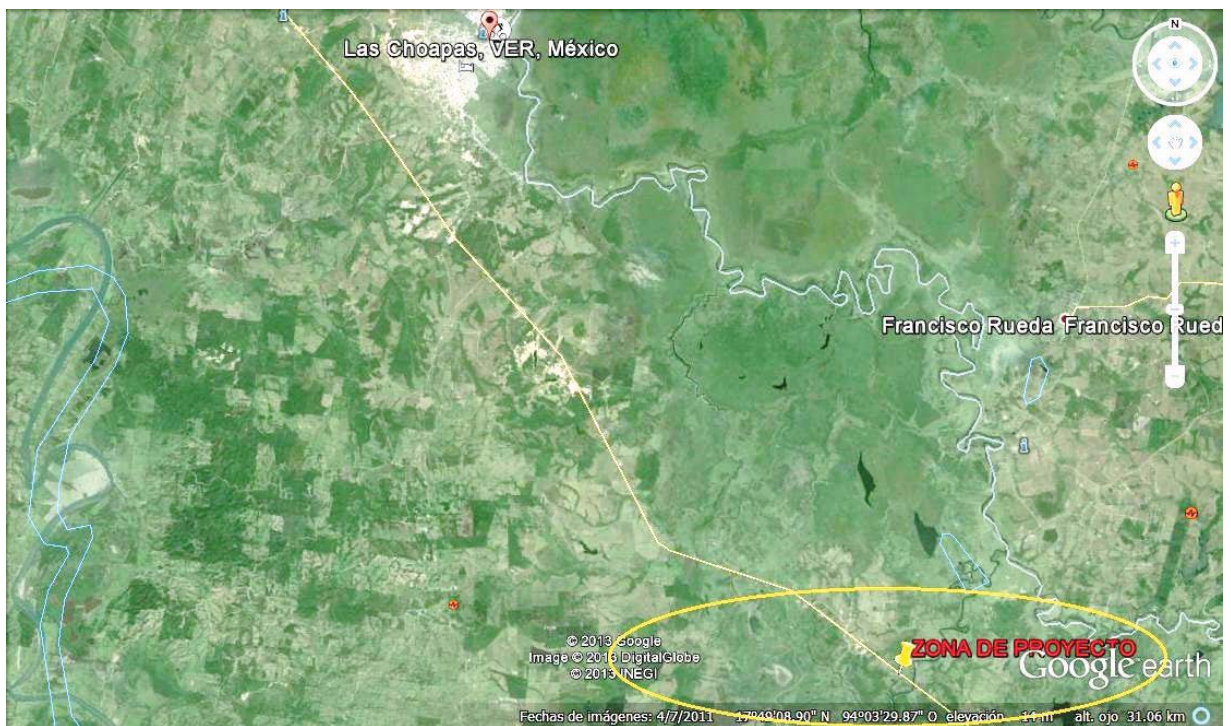
La zona donde se ubican las estructuras en las que se realizarán los trabajos de rehabilitación, están situados en el municipio de Las Choapas en el estado de Veracruz, este se encuentra en la zona comúnmente llamada Región Olmecas; en la parte Sureste del Estado, con las coordenadas 17° 54' 35.46" de latitud Norte y 94° 05' 34.20" de longitud Oeste; esta se encuentra a 14,0 msnm aproximadamente, y la ciudad más cercana se encuentra a 20,0 km de distancia aproximadamente que es la cabecera municipal, la comunidad rural más cercana tiene el nombre de Niños Héroeas ubicada a unos 3,0 km de distancia, el lugar exacto de las obras se encuentra en el km 48 + 650 de la autopista o camino directo Las Choapas-Raudales-Ocozocoautla. En los alrededores de este punto se encuentran locales de comida o pequeños restaurantes llamados "Enramadas o Palapas" a las orillas del camino durante toda la autopista, ya que es un camino largo y sobre el cual transitan principalmente tráileres y camiones de doble eje.

En el presente tema se analizarán todos los factores geográficos del municipio de Las Choapas en el estado de Veracruz que es donde se realizaron los trabajos que se mencionaron con anterioridad, tales como la topografía de la zona en cuestión, también se describirá la geología regional así como se hará mención de ríos, lagos y lagunas de mayor importancia, para finalizar con el uso que se le da a las tierras de esta región, tanto en el ramo agrícola, como forestal y explotación de recursos.

### 3.3.1. Macro y Microlocalización.

En esta fotografía se representa la zona de estudio junto con la ubicación de las comunidades importantes más cercanas a esta, como lo son la cabecera municipal y la comunidad de Francisco Rueda, perteneciente al estado de Tabasco.

#### Microlocalización de la zona de proyecto.



Fotografía. 3.1. Ubicación a grandes rasgos del área donde se ubican las estructuras en el municipio de Las Choapas, Veracruz.

Fuente: Google Earth.



### Macrolocalización de las dos estructuras.

En la fotografía están representados los tramos y las estructuras en las que se van a enfocar los trabajos de rehabilitación de la superestructura de ambos puentes, con sus respectivos kilometrajes, esta imagen satelital está tomada a 1,020 mts. de altura , de acuerdo con el programa satelital Google Earth.



Fotografía.3.2. Ubicación de las estructuras mediante fotografía satelital.

Fuente: Google Earth.

### **3.3.2. Topografía Regional y de la Zona de Estudio.**

El lugar donde están ubicadas las estructuras se encuentra sobre la autopista que conecta a los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas, en la parte Sureste del estado de Veracruz, se encuentre a una altura de 10,0 msnm, aproximadamente, según la página de internet: [www.e-local.gob.mx](http://www.e-local.gob.mx) (2015), limita al norte con el municipio de Coatzacoalcos, al Noroeste con Moloacán, al Oeste con Minatitlán, al Sur con los estados de Oaxaca y Chiapas, al Este con el estado de Tabasco; su distancia en carretera es de 490 km aproximadamente. Este municipio tiene una superficie de 3,509.6 km<sup>2</sup> que representa el 4,9 % de la superficie total de estado, lo recorre en gran parte la Sierra Madre Oriental que entra por los estados de Chiapas y Oaxaca, haciendo que cuente con una topografía irregular, repleta de pequeños cúmulos y cañadas por toda la región, y existe la distribución de diversos ríos por toda la región. También es de suma importancia mencionar que los cerros que se encuentran en las cercanías son Colorado, Brujo, Jimbal, Flores, Guao, Pelón, Mancuernillas, entre otros de menor importancia.

Dándole seguimiento a la referencia que se ha mencionado con anterioridad, las vías de comunicación más importantes en esta zona son las siguientes: Carretera Pavimentada de Las Choapas a Ceiba Blanca, también de Las Choapas hacia La Herradura y de Niños Héroeas a Francisco Rueda, revestidas de Niños Héroeas a La Herradura pasando por La Ceiba; y brechas a El Elefante, Marconchis y Tecuanapa, de Guadalupe Victoria hacia La Ceiba pasando por El Chichón y Jayactal, y de Niños Héroeas a San Antonio.

### **3.3.3. Geología Regional y de la Zona en Estudio.**

De acuerdo con la página de internet: [mapserver.sgm.gob.mx](http://mapserver.sgm.gob.mx) (2015). “La zona geológica en estudio está constituido por areniscas y limos, además de materiales de ambientes aluviales, lacustres y palustres”.

Cubriendo indistintamente las secuencias de la Sierra de Chiapas y la Zona Ístmica, se deposita la Formación Sierra Madre de edad Albiano-Turoniano, con calizas y dolomitas, sobreyaciéndola de forma discordante se encuentra la Formación Méndez de edad Campaniano-Maestrichtiano formado por Lutitas, margas, areniscas y de forma local por pizarras y filitas; cubriendo parcialmente en la región la Cuenca de Zongolica así como la Sierra de Chiapas se ubica la Cuenca Terciaria del Golfo que se encuentra constituida principalmente por conglomerados Polimicticos y Lutitas de la Formación Conglomerado Uxpanapa; también por Lutitas y Conglomerados de la Formación Nanchital de la Edad Eoceno; y cubriendo a estos estratos esta la Formación Las Lajas de la edad Oligoceno , constituida por Areniscas y Lutitas.

A partir del periodo Mioceno se encuentra una sedimentación de forma continua denominada Formación Depósito del Mioceno Inferior conformada por Lutitas micacíferas con intercalaciones de tobas y cenizas volcánicas, sobre estas descansa la Formación Encanto de edad Mioceno Medio, formada por Lutitas y Arenas, sobreyacida por la Formación Concepción de edad Mioceno Superior conformada por Areniscas y Lutitas, para finalmente culminar con estas estratificaciones con la Formación Filisola de la Edad Mioceno Superior, constituida con Arenas con delgadas intercalaciones de Lutitas.



Por otro lado, la mineralización de la región se basa principalmente en la explotación de minerales no metálicos, en la que la producción más importante es la de azufre, sal, caolín, mármol, arena sílica y agregados pétreos como arena, grava y caliza. Finalmente, cabe mencionar que la región en estudio se encuentra dentro de las dos zonas petroleras de Coatzacoalcos y Minatitlán las más fuertes para la refinación y extracción de crudo en el estado.

### Geología en la Región de Estudio

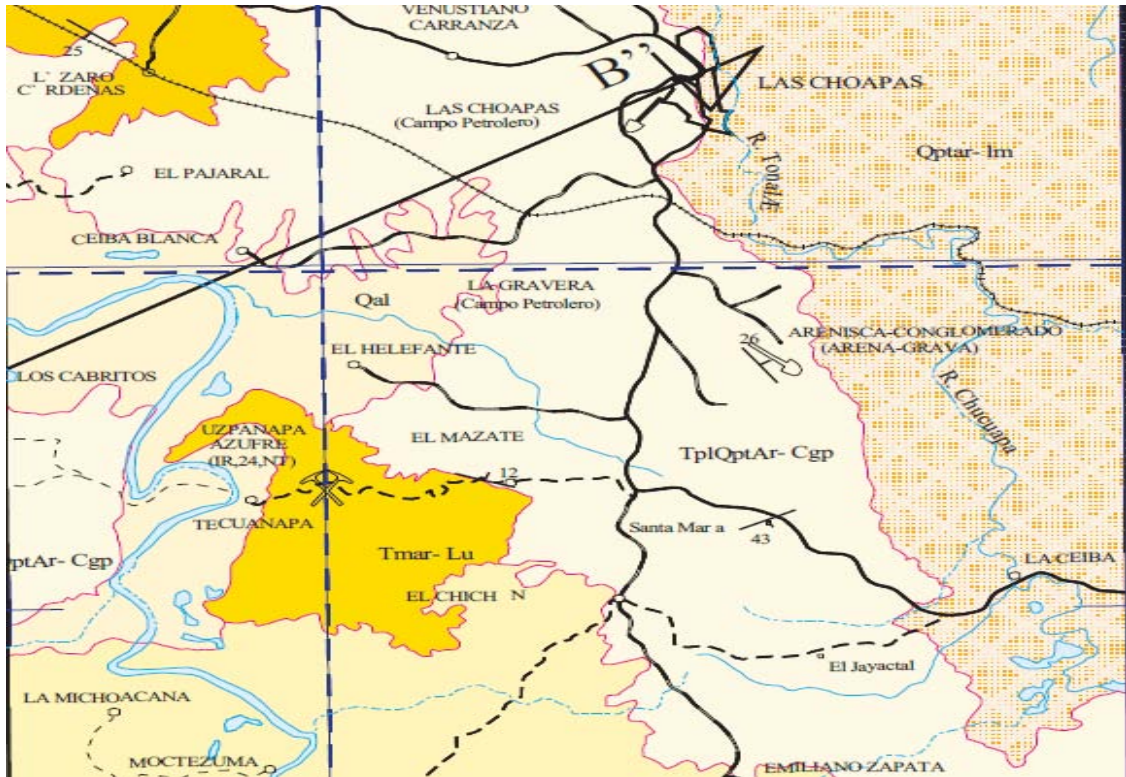


Fig. 4.3. Mapa geológico de la zona en estudio.

Fuente: Servicio Geológico Mexicano.

### **3.3.4. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio.**

En primer lugar se deben entender los conceptos de Hidrología e Hidrografía, el primer término se define como la ciencia que estudia la cuantificación, utilización y distribución de los recursos hídricos que están sobre el globo terrestre, estos se distribuyen en la atmósfera, las capas del suelo y la superficie terrestre. Como ocurre generalmente con otras ciencias, a medida que se desarrollan y evolucionan, estas se dividen en una serie de tópicos especializados e interdisciplinarios que se agrupan bajo el nombre de Planteamiento de Recursos Hidráulicos, en el planteamiento se incluyen como temas principales la Meteorología, la Hidrología Superficial y la Hidrología de Agua Subterránea conforme a la información localizada en la página de internet: [www.geocities.com](http://www.geocities.com) (2015).

Ahora para definir al segundo término en la página de internet: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) (2015), la Hidrografía se refiere la rama de las ciencias de la tierra que consiste en el estudio sistemático y la descripción de los cuerpos de agua en el planeta, especialmente de los recursos hídricos continentales; esta se vincula con otras ciencias como en especial con la hidrología, geología y la climatología. Las características más importantes de las aguas continentales como son los ríos son el caudal, lecho o cauce, régimen fluvial, erosión, sedimentación, cuenca, vertiente hidrográfica, pendientes y tipos de valles, entre otros más.

Continuando con este tema a nivel regional de nuestra zona de estudio esta cuenta con una amplia red de vías de comunicación fluvial en los Ríos de

Coatzacoalcos, Pedregal, Nanchital, Uxpanapa, Coachapa, Tonalá y sus tributarios los ríos Santo Domingo, Juanes y Utapa; cuenta además con las Lagunas de Tecuanapa, Mexcalapa, la Merced, Manatí, el Ostión y San Pedro; Arroyos como el Remolino, Tortuguero, el Seco, Coanochapa, el Control, Tecomate, Naranjo, Gavilán, Alegre, Jaltepec, Xasta, Ocozoapan y otro de caudal eventual como los son el Idaco, Buena Vista y el Quemado.

El clima de esta región es predominantemente húmedo, con lluvias durante gran parte del año, siendo los meses de agosto, septiembre y octubre los más lluviosos, la precipitación media anual es de 2,832 mm, siendo la más baja en el mes de marzo con 28,5 mm, la temperatura media anual es de 28 °C, teniendo la temperatura mínima en el mes de enero con 18 °C y la máxima de 38 °C en el mes de mayo; finalmente de acuerdo con el clima, la geología y la topografía existente en la región y en la zona de estudio, estas tienen injerencia directa de forma negativa en la infraestructura carretera y de puentes, debido a que se requiere de la implementación de tecnologías adecuadas a esas características particulares, que incrementen la calidad y la vida útil de las obras civiles de este municipio.

### **3.3.5. Uso de Suelo Regional y de la Zona en Estudio.**

De acuerdo con la página de internet: [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) (2015). Los suelos de esta región datan de los periodos Albiano-Turoniano, Campaniano-

Maestrichtiano, Eoceno, Oligoceno, Mioceno Inferior, Medio y Superior; su uso es principalmente Pecuario, Forestal y en un tercer lugar Agrícola.

Su suelo es de tipo Gleysol y se caracteriza por ser pantanoso en temporada de lluvias y muy poco susceptible a la erosión, una de sus otras características es que se estanca el agua, es muy característico porque presenta colores azulosos y a alta acumulación de sales. Por otro lado la región más cercana a la costa se caracteriza por sus grandes llanuras, sus suelos son del tipo vertisol, acrisol, luvisol y nitosol, contiene una alta concentración de arcilla en el subsuelo, en estado natural presenta vegetación de tipo selvática y bosques; y si es muy susceptible a la erosión.

Los ecosistemas que existen en estas región son de selva alta y baja perennifolia o bosque tropical caducifolio con palmares, pastizales y manglares, la vegetación presenta especies como el cedro, ceiba, caobilla, cedrillo, sombrerete, palo de agua, ajoche, guachichile, zacahuilco, mamey y macayo; así también existe una fauna de colonias de conejos, tlacuaches, armadillos, venados, tepezcuintes, mapaches, tejones, jabalíes, zorrillos, gatos montes, grullas, golondrinas, garzas, gansos, palomas tordos, patos, aves de rapiña y canoras, iguanas, lagartos, víboras, ratas, especies acuáticas como el camarón, cangrejo, bagre, mojarra, chucumite entre otros y una gran variedad de insectos.

Las actividades económicas de acuerdo con las características de sus suelos son las siguientes:

## **Agricultura**

Los principales productos agrícolas y superficies en hectáreas que se cultivan son: maíz con 26,381.00; arroz con 300.00; arroz con 222.00 y naranja con 192.50 has.

En el municipio existen 4,623.00 unidades de producción rural con actividad forestal de las cuales 848 se dedican a productos maderables, también existe una importante cantidad de 873.00 hectáreas ocupadas por arboles de hule o científicamente conocido con el nombre de hevea brasiliensis.

## **Ganadería**

Se estima una superficie de 167,790.00 hectáreas dedicadas a la ganadería, en las que se ubican 6,241 unidades de producción rural con actividades de cría y explotación de animales; cuenta con 240,000 cabezas de ganado bovino de doble propósito, también se explota la cría de ganado porcino, ovino y equino.

## **Industria**

En el municipio se han establecido empresas al servicio de Petróleos de México, dedicadas a la extracción de este hidrocarburo, finalmente también cuenta con una empresa dedicada a la producción de látex en crudo.

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el transcurso de este capítulo se analizará y explicará la metodología empleada para el desarrollo de la presente tesis, en primer lugar se dará inicio con el método empleado en particular para esta investigación, después de esto se dará una reseña y explicación de lo que son los métodos matemáticos y analíticos, sin restarle importancia para la elaboración de este trabajo se explicará lo que son el enfoque y el diseño de la investigación, así como los instrumentos de recopilación de datos y finalmente la descripción del procedimiento de investigación.

#### **4.1. Método Empleado.**

En primer lugar, habrá de resolverse ¿qué son los métodos de investigación? y tener claro ¿cuál es su función?; los métodos de investigación son herramientas que permiten llegar a un fin el cual es indagar, descubrir algo, dar respuesta a nuestras interrogantes de manera sistemática, ahora bien, de acuerdo con lo antes observado, es necesario hacer mención que el método empleado para este trabajo es el método matemático cuantitativo, debido a que en el proceso de construcción de las superestructuras Playas I y Playas II se involucran cálculos para distintas circunstancias o situaciones.

#### **4.1.1. Método Matemático.**

De acuerdo con Pantoja (2010), el método matemático es aquel que se basa en ecuaciones o sistemas de ecuaciones o desigualdades, que representan determinados aspectos del sistema físico; los modelos de este tipo se utilizan en gran medida en las ciencias físicas, en el campo de la ingeniería, los negocios y la economía.

Éste se puede considerar como una entidad que captura la esencia de algo real sin la necesidad de que esté presente, por ejemplo una fotografía es el modelo de una realidad mostrada o plasmada en una imagen.

En otras palabras un método matemático es en el que se trabaja con números y cálculos con el objetivo de llegar a un resultado y tener una comparativa con la finalidad de obtener nociones derivadas, capacidad, valor económico y de importancia.

“En toda investigación que requiera de variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones, números de relaciones constantes y estas se tomen en cuenta para negar o afirmar algo, se está aplicando el método cuantitativo.” (Mendieta; 2005:48,49).

#### **4.1.2. Método Analítico.**

En este trabajo se emplea el método, matemático pero se apoya también en el método analítico se encarga del examen de hechos y la observación, realizando

un análisis de datos, este último se debe entender como la descomposición en sus elementos de un todo.

De acuerdo con Jurado Rojas (2005), este hace referencia y distingue los elementos de un fenómeno y permite revisarlos por separado, al igual que lo realizan algunas ciencias como lo son la biología, la química y la física; para después a partir de estas y de la experimentación de múltiples casos, crear leyes universales.

Para llevar a cabo una investigación de tipo analítica, se debe cubrir de manera ordenada varias fases las cuales son: observación, descripción, descomposición del fenómeno, enumeración de las partes, ordenación y clasificación.

#### **4.2. Enfoque de la Investigación.**

La presente investigación se centró en forma cuantitativa la cual como se explicó previamente es en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, de acuerdo con Sampieri (2006) este tipo ofrece un panorama de forma general de los resultados con más amplitud, al igual que otorga el control sobre los fenómenos, también un punto de vista sobre las magnitudes y el registro de estos; ahora bien facilita la comparación entre otros estudios parecidos, además de que brinda un enfoque en algunos puntos específicos y la posibilidad de réplica.



En este trabajo de tesis se lleva a cabo el procedimiento constructivo de la rehabilitación de dos estructuras o puentes ya ejecutados, se inicia la investigación con un proyecto ya realizado y se hace una comparación entre lo que realmente se ejecutó con lo que marca o establece el proyecto original; por esto precisamente se está empleando la investigación cuantitativa ya que se analizan y comparan los resultados a fin de encontrar las mejores soluciones a los problemas que se presenten con la finalidad de culminar las obras con los resultado más apegados a los que se esperaba.

#### **4.3. Diseño de la Investigación.**

De acuerdo con Hernández y Cols.(2006), el diseño de una investigación cuantitativa se clasifica en experimentales y no experimentales, ahora bien conforme a las definiciones de ambas se define que este trabajo está encaminado a una investigación cuantitativa no experimental; ya que este tipo no permite la manipulación de variables, sin embargo, lo que si permite es observar los fenómenos tal cual ocurren para su posterior estudio o análisis.

En este tipo de investigación las variables independientes ocurren y no es posible alterarlas ya que no existe control de forma directa sobre ellas debido a que ya ocurrieron junto con sus defectos o errores.

En esta investigación no se lleva a cabo ningún experimento físico ya que solo se lleva a cabo un registro de lo que ocurre y se analiza el comportamiento de las variables con un software sin que este las altere físicamente.

#### **4.4. Instrumentos de Recopilación de Datos.**

Según Hernández y Cols. (2006) para la recopilación de datos se realiza una observación cuantitativa ya que es frecuente que se incluyan varios tipos de cuestionarios en el mismo tiempo, la recolección de datos para el análisis estadístico y las pruebas necesarias. Ya que en investigaciones cualitativas se requieren observaciones, entrevistas y documentos para tener diferentes apreciaciones sobre contextos y variables.

La recolección de datos implica:

- Aplicar los datos necesarios.
- Seleccionar uno a varios métodos disponibles o desarrollarlos, tanto cualitativas como al mismo tiempo cuantitativas, dependiendo del planteamiento, de los alcances de la investigación y del tipo de estudio.
- La preparación adecuada de las mediciones y datos obtenidos en el levantamiento previo para ser analizados correctamente.

Dentro del trabajo de tesis y de acuerdo con el tema en cuestión se requirió del uso de fuentes bibliográficas y de las Normas tanto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) como también de la normativa del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) las cuales fueron la base y rigen la construcción de estructuras y puentes en las carreteras y autopistas del país.

Cabe mencionar que también se empleó la utilización de Software, tales como el AutoCAD para la obtención de volúmenes en obra de proyecto y del Civil Cad

para el procesamiento de información recabada en el campo y el perfil del proyecto, así mismo también el programa Excel para llevar el control de los avances producidos en obra y finalmente también se empleó el programa Opus para la obtención de precios unitarios.

#### **4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación.**

El estudio que se presenta en esta tesis partió de la ubicación de la zona del proyecto así como las condiciones tanto geológicas, como topográficas y climáticas, todo esto con la finalidad de emplear el mejor método y los más óptimos materiales para el adecuado funcionamiento de la obra; luego de lo anterior fue preciso recurrir a la investigación documental para la recaudación de información teórica que soportará la revisión de dicho proyecto. Así, fue necesario establecer el encuadre metodológico para definir los instrumentos de recopilación de información y el alcance del proyecto.

Finalmente se recurrió al empleo del programa SAP2000 en el cual se diseñó la superestructura con las características de los materiales a utilizar y se procedió a aplicar las cargas bajo diferentes condiciones, todo esto a la par con la teoría que soporta este trabajo.

## **CAPÍTULO 5**

### **ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En este último capítulo se abordará el procedimiento constructivo real empleado para la construcción de esta obra, comenzando con la revisión problemáticas de drenaje, el estado físico en que se encontraba la obra, un estudio de los vehículos que transitaban dicha vía, estudio de tránsito, las alternativas posibles de solución para la reparación de losas, el procedimiento empleado para la reconstrucción, el presupuesto y programa de obra, el catálogo de conceptos y finalmente la comparación del procedimiento constructivo con otros métodos que se pudieron haber utilizado.

#### **5.1. Problemas de Drenaje Superficial.**

Dentro de la vía antes mencionada se encuentra que el drenaje superficial en las estructuras es muy pequeño o escaso, debido a que se identificaron problemas sobre la superficie de rodamiento tales como baches muy extensos , deformaciones en la estructura, grietas y destrucción de carpeta, por tal motivo es necesario incluir en el proyecto la construcción de drenes dentro de las estructuras y en el camino que las conecta y sus alrededores la construcción de lavaderos, bordillos y cajas rompedoras de velocidad.

### 5.1.1. Estado Físico Actual.

Enseguida se presenta el estado en el que se encuentra la superficie de rodamiento de la obra en cuestión, los daños que se ubicaron al hacer el recorrido de dicho tramo, este punto es de gran importancia debido a que de acuerdo con las características de los problemas encontrados, de las pruebas realizadas y resultados, se debe emplear el procedimiento de construcción adecuado.



Fotografía 5.1. Vista panorámica, muestra el estado deteriorado de la losa y carpeta.

Fuente: Propia.

En esta fotografía se muestra los daños que se encuentran en la carpeta tanto en las juntas como en la superficie de rodamiento.

### **5.1.2. Obstáculos Especiales.**

En esta obra el obstáculo especial más importante se encuentra en el tipo de terreno y subsuelo, debido a que tiene su nivel de aguas freáticas muy alto por lo que con la menor cantidad de lluvia el agua se eleva de forma que no se podía laborar hasta que ese nivel descendiera y se considerara prudente reactivar las actividades.

### **5.2. Estudio de Tránsito.**

Este punto trata sobre el estudio de tránsito, realizando los aforos en el camino para determinar la clasificación y el tipo de vehículos que transitan o circulan por esta vía; debido a que es fundamental el volumen para determinar el tipo de camino que se proyectará, así como la estructura del pavimento que se colocará.

#### **5.2.1. Tipo y Clasificación de Vehículos.**

Los vehículos se clasifican de la siguiente forma según la SCT:

- 1) "A2" automóvil de 2 ejes.
- 2) "B2" autobús de 2 ejes.
- 3) "C2" camión ligero o pesado (unitario) de 2 ejes.
- 4) "C3" camión pesado unitario de 3 ejes.

- 5) "T3-S2" tractocamión articulado de 5 ejes.
- 6) "T3-S3" tractocamión articulado de 6 ejes.
- 7) "T3-S2-R4" tractocamión semirremolque semirremolque de 9 ejes.

### **5.2.2. Aforo Vehicular.**

El método empleado para esta obra es el de "Tasa de Flujo Macroscópico", el resultado del estudio es representado por medio de una tabla o gráfica que indica el comportamiento y variación del tránsito vehicular por horas del día, en este esquema se determinan los periodos de mayor afluencia o también llamados picos u horas pico. Es importante mencionar también, que el estudio se desarrolló en un solo punto de referencia, el cual está ubicado en el Km.48 + 700 hacia Las Choapas, tratando con ello de estar situados en la zona de mayor afluencia.

## RESUMEN DE AFOROS

DÍA	TRANSITO ( VEHICULOS )								
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S3-R4	OTROS	TOTAL
18/10/2012	1534	89	112	127	184	108	118	4	2276
	67.40%	3.91%	4.92%	5.58%	8.08%	4.75%	5.18%	0.18%	100.00%
19/10/2012	1458	87	118	148	171	114	94	3	2193
	66.48%	3.97%	5.38%	6.75%	7.80%	5.20%	4.29%	0.14%	100.00%
20/10/2012	1645	88	99	163	174	128	92	1	2390
	68.83%	3.68%	4.14%	6.82%	7.28%	5.36%	3.85%	0.04%	100.00%
21/10/2012	1587	88	95	174	167	118	116	4	2349
	67.56%	3.75%	4.04%	7.41%	7.11%	5.02%	4.94%	0.17%	100.00%
<b>PROMEDIO</b>	1556	88	106	153	174	117	105	3	2302

Tabla 5.1. Resumen de Aforo Vehiculares Diarios Promedio.

Fuente: Propia.

Los volúmenes de tránsito registrados son de un nivel medio en comparación con el tipo de camino que es; la afluencia promedio de 4 días durante 12 horas diarias es de 996 vehículos en ambos sentidos.

Calculando el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), con un tiempo de 24 horas durante un año, aplicando un porcentaje de 72% por lo que no todos los días es el mismo tránsito que circula por la vía, por lo tanto, se divide entre el número de días que tiene un año para obtener el TDPA.

El TDP (Transito Diario Promedio) es de 2302 vehículos durante las 24 horas del día.



Ahora bien, el TDPS se obtiene multiplicando el TDP x los / días de la semana, y el resultado es el siguiente:

$$\text{TDPS} = \text{TDP} \times 7$$

$\text{TDPS} = (2302) \times (7) = 16,114$  Vehículos que transitan por esta vía en los 2 sentidos a la semana.

Después de esto, pasamos a obtener el TDPM (Transito Diario Promedio Mensual) y este se obtiene multiplicando el TDP por los 30 Días en promedio que tiene un mes:

$$\text{TDPM} = \text{TDP} \times 30$$

$\text{TDPM} = (2302) \times (30) = 69,060$  vehículos que cruzan en esta vía en sus 2 sentidos en promedio durante un mes.

Por último obtenemos el TDPA (Transito Diario Promedio Anual) multiplicando el TDPM por 12 que son los meses que tiene el año.

$$\text{TDPA} = \text{TDPM} \times 12$$

$\text{TDPA} = (69,060) \times 12 = 828,720$  vehículos que transitan en un año por esa vía.

Entonces transitan en promedio diariamente 828,720 vehículos/365 días del año= 2271 vehículos diariamente.

Por lo tanto, se considera un camino tipo C1 de acuerdo a la clasificación vigente por parte de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), siendo su TDPA entre 2000 y 5000 Veh/día.

### **5.3. Alternativas para Reparación en Losas de Puentes.**

En este tema se hará mención de algunas soluciones posibles a emplear en la rehabilitación de la superestructura y obras menores de los puentes mencionados ubicados en el municipio de Las Choapas en el Estado de Veracruz, lo anterior basado en los estudios realizados previamente y los sondeos a dichas estructuras, realizados para verificar las condiciones de la superficie de rodamiento, así como el estado en que se encuentran las losas, juntas de dilatación y deformaciones encontradas en la obra ,etc.

#### **5.3.1. Planteamiento de Alternativas.**

Después de evaluar los daños encontrados en la superestructura de los Puentes Playas I y Playas II, se encontraron los siguientes procedimientos entre los cuales se puede seleccionar el más adecuado y óptimo para llevarse a cabo, entre los cuales destacan los siguientes:

- **Inyección de resinas epoxi:** mediante este método se pueden adherir fisuras o grietas de muy poca abertura, hasta 0,05 mm; la técnica generalmente consiste en establecer bocas de entrada y venteo, en intervalos de poco espacio a lo largo de las fisuras, sellar fisura en las superficies expuestas la resina epoxi a presión.
- **Perfilado y sellado de fisuras:** este procedimiento se puede emplear en condiciones que requieren una reparación inmediata y cuando no es necesaria una reparación estructural; este método consiste en agrandar o

ensanchar la fisura a lo largo de su cara expuestas, llenarla y utilizar un sellador correcto; en comparación con la opción anterior es más rápido y fácil de realizar estos trabajos.

- **Costura de fisuras:** en este caso deben perforar orificios en ambos lados de la fisura, insertar elementos de acero en forma de “U” patas cortas (grampas) y asegurarlas con mortero.
- **Armadura adicional:** existen 2 tipos de armaduras adicionales que son la armadura convencional y de acero pretensado; la primera consiste en insertar barras de armadura y asegurándolas con adhesivo epoxi, esta técnica consiste en sellar la grieta, perforar orificios que intersecten la dirección de la grieta en 90°, inyectar adhesivo en los orificios y grietas hasta llenarlos y finalmente colocar una barra en el orificio perforado; en el segundo caso el procedimiento emplea cables o barras pretensadas para aplicar fuerza de compresión, el acero se debe anclar adecuadamente y es necesario realizar el procedimiento adecuadamente para evitar que se traslade a otras partes de la estructura.
- **Perforación y Obturación:** consiste en perforar hacia abajo en toda la longitud de la fisura o grieta y llenarla con mortero a manera de formar un tapón, este método tiene sus limitantes el más importante que solo se debe aplicar cuando las grietas son razonablemente rectas y un extremo es accesible.

- **Llenado por Gravedad:** este procedimiento consiste en limpiar la superficie a base de presión a chorro de agua o de aire, para lograr el mejor llenado se debe permitir secar la superficie completamente, el monómero o resina se puede vaciar sobre la superficie y esparcir empleando cepillos, rodillos o escobas de goma, cuanto menor sea la viscosidad de la resina más finas serán las fisuras que se pueden llenar.
- **Llenado con Mortero:** existen 2 clasificaciones dentro de este procedimiento las cuales son el llenado de grietas con mortero de cemento portland y el llenado de grietas con mortero químico, en el primer caso el procedimiento consiste en limpiar el concreto en las caras donde se encuentra la grieta, instalar boquillas de mortero a determinadas distancia sobre la fisura, sellar la fisura entre las boquillas utilizando mortero, pintura epoxi o mortero, lavarla limpiarla y probar el sellado, y finalmente llenar el área con mortero; debemos tener en cuenta que este método solo es recomendable en presas de gravedad y muros de protección no se recomienda en losas de estructuras como edificios y puentes, el segundo método consiste en combinar dos o más productos químicos algunos ejemplos de estos son los uretanos, acrilomidas y silicatos de sodio; estos se combinan para formar una espuma un precipitado sólido o un gel, a diferencia de los morteros cementicios que consisten en suspensiones de partículas sólidas en un fluido; su ventajas son la aplicabilidad en ambientes húmedos y la posibilidad de aplicarlos en grietas muy pequeñas ahora bien, la desventaja es la siguiente; el

elevado grado de capacitación del personal necesario para llevar a cabo estos trabajos de forma satisfactoria y poca resistencia.

- **Colocación de Mortero con mezcla Seca (Drypacking):** en primer lugar se debe mencionar cual es el proceso que se debe llevar a cabo en este método , bien pues esto consiste en colocar sobre las grietas mortero con bajo contenido de agua y posteriormente se debe apisonar, para lograr con esto un contacto íntimo entre el mortero y el concreto existente, debido a la abaja relación agua-cemento del material, existe poca retracción y el parche permanece hermético y resulta de excelente calidad desde el punto de vista de la durabilidad, impermeabilidad y resistencia.
- **Impregnación con Polímero:** mediante este método se han reparado vigas gravemente dañadas, el procedimiento consiste en secar las fracturas, encamisarla con una banda de chapa metálica impermeable al agua, empapar las fracturas con el monómero y polimerizarlo; en áreas comprimidas los vacíos de gran tamaño o áreas rotas se pueden rellenar con agregados finos y gruesos antes de inundarlos con monómero, logrando después una reparación con concreto polímero.
- **Demolición y Sustitución de Concreto Armado:** este último método consiste en demoler completamente las losas de estructuras dañadas; desde el concreto armado hasta el acero utilizado para este, y realizar el nuevo armado de acero para finalmente colarlo con la resistencia del concreto adecuada, este trabajo por su costo y tiempo de vida útil es el más indicado para emplearlo en esta obra.

### **5.3.2. Alternativa a Usar para la Solución del Problema.**

La opción por la que se optó tiene una inversión justa en base a la necesidad de las estructuras y el beneficio que se le proporcionará a la región Sureste del país, en el tema del impacto ambiental se seleccionó la opción que causará el menor daño posible al ecosistema de la región, ya que no se contaminarán las aguas de los canales y ríos, ni se atacarán en exceso los bancos de materiales, cabe mencionar los cambios de temperatura registrados en esa región durante el día temperaturas altas y al bajar el sol disminuyen considerablemente, en temporada de lluvias y en invierno esos cambios son más marcados, además de la humedad que existe en la región que es muy alta, debido a lo que se menciona anteriormente se tomó la decisión de elegir este proceso constructivo.

Los materiales empleados en el anterior proceso eran de mala calidad en las dos estructuras, por lo anterior, se propone que su subestructura esté compuesta por una cimbra estática y permanente de Losacero, compuesta de láminas de acero inoxidable de calibre 20, para después colocar un armado de acero conformado por tableros superior e inferior y bastones donde se requiera, para después pasar a la acción del colado de concreto hidráulico, eso en referencia a lo que son las losas de las estructuras , finalmente se realizan los riegos respectivos de impregnación, sello y liga; para dar paso finalmente al tendido y compactación del concreto asfáltico.

#### **5.4. Procedimiento de Reconstrucción del Sistema de Piso.**

En esta parte del capítulo se describirá el procedimiento de reconstrucción del sistema de piso, el cual consiste en un conjunto de actividades empleadas para elaborar una nueva superestructura en ambos puentes, por medios mecánicos.

El presente concepto se realizará de acuerdo a lo que indica la Normativa N-PRY-CAR-6-01-001/01 para la Infraestructura del Transporte, Normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que se encuentran en vigencia.

En esta norma se hace referencia en primer lugar al tipo de obra sobre la cual se va a elaborar el proyecto, además de los pasos a seguir para el inicio de la construcción, desde la ejecución de la ingeniería de detalle que se requiere para el diseño hasta la elaboración de los planos, especificaciones y otros documentos que le permitan al constructor su correcta ejecución.

Ahora bien, de acuerdo a lo que marca la N-CTR-CAR-1-07-016/00 que tiene como título “Señalamiento y Dispositivos Para Protección en Obras”, menciona que el señalamiento y los dispositivos son aquellas señales y elementos que se colocan de manera provisional, con el fin de garantizar la seguridad e integridad de las personas y la obra, durante la duración de trabajos de modernización o reconstrucción de carreteras en operación y se deben colocar en número y lugares que marca la norma, además de la colocación de bandereros en los accesos a la obra en cuestión, antes del inicio de los trabajos a realizarse, como se muestra en las siguientes fotografías:





Fotografía 5.2. Brigada instalando el señalamiento en obra.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.3. Dispositivos y señalamiento instalados en obra y elementos de brigada con equipo de seguridad.

Fuente: Propia.





Fotografía 5.4. Barreras alineadas y colocadas para dividir el área donde se efectuaron los trabajos.

Fuente: Propia.

Ahora bien, siguiendo con el procedimiento constructivo se tiene como siguiente paso el recorte de carpeta asfáltica para esto su base está estipulada en la N-CSV-CAR-4-02-003/03, la cual nos indica que equipo se debe emplear, como se debe delimitar el área de asfalto a retirar, las zona donde se debe llevar a cabo el depósito del material retirado y las medidas de mitigación del impacto ambiental, como se muestra en las siguientes imágenes:



Fotografía 5.5. Corte de carpeta asfáltica dañada, por medio de retroexcavadoras.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.6. Colocación de asfalto demolido en camiones para su posterior traslado hacia el área destinada para su depósito.

Fuente: Propia.

Siguiendo con el proceso ahora se hará mención de la etapa de demolición de elementos de concreto incluyendo losas, para lo cual se apegó a lo marcado en las normas N-CTR-CAR-1-02-013/00 y N-CSV-CAR-4-02-002/03, las cuales indican la forma y el equipo a emplear en la demolición tanto de elementos de concreto reforzado como de losas de concreto, el estibado y el acarreo del escombros y residuos de los trabajos de demolición así como el almacenamiento de estos, a continuación se muestra gráficamente cómo se llevaron a cabo estos trabajos:



Fotografía 5.7. Demolición de losas con equipo neumático.

Fuente: Propia.





Fotografía 5.8. Demolición de concreto ubicado sobre las vigas con equipo más ligero para evitar fracturas.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.9. Demolición de concreto en áreas muy específicas con roto martillo.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.10. Demolición de losa de concreto y retiro de acero expuesto.

Fuente: Propia.

En las anteriores fotografías se puede observar el proceso que se llevó a cabo conforme a lo estipulado en las normas y la evolución del mismo, hasta descubrir por completo el acero empleado en la construcción de las anteriores losas.

Posterior a esto se realizaron los trabajos de extracción de acero en las losas y parapetos demolidos, además de la limpieza del área demolida, para continuar con los trabajos programados en el proyecto.

### **5.5. Corte y Colocación de Losacero.**

En el presente apartado se hace mención de la Norma empleada N-CTR-CAR-1-02-008 referente al Acero Estructural y del proceso que se siguió para el armado de la losa iniciando con la colocación de tramos dobles de

Losacero colocados en forma perpendicular en relación al eje de las vigas a continuación se muestra la evolución del antes mencionado proceso.

En el primer lugar se realizó sobre cada lámina de Losacero de calibre 22 una marca o señal a una distancia variable entre 0,90, 1,00, 1,10 y 1,20 metros de separación, donde se llevaría a cabo el corte de dicho elemento, para después pasar a la colocación en la separación existente entre vigas de los puentes, como se muestra en las siguientes fotografías.



Fotografía 5.11. Marcado y corte de tramos en lamina de losacero, en almacén para su posterior traslado a obra.

Fuente: Propia.





Fotografía 5.12. Colocación de tramos de losacero en espacios entre vigas de puente Playas I.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.13. Colocado de tramos de laminas de losacero y anclaje a las vigas para evitar desplazamientos.

Fuente: Propia.

Finalmente, se procedió a rellenar las aberturas existentes entre viga y lámina con Mortero Grout y pequeños segmentos de Poliestireno de 4 cm de espesor, como se muestra en la siguiente imagen:



Fotografía 5.14. Relleno de espacios con mezcla de mortero Grout.

Fuente: Propia.

En el presente párrafo, se hará mención de los pasos posteriores a la colocación de Losacero en los tramos de losas de las 2 estructuras, en primer lugar después de haber terminado la colocación se comenzó con el armado de la parrilla inferior y superior; y el armado de parapeto, de acuerdo con las normas N-CTR-CAR-1-02-004-00, N-CTR-CAR-1-02-004-02, N-CTR-CAR-1-02-005-01, N-CTR-CAR-1-02-006-01 Y N-CTR-CAR-1-02-009-00 las cuales hacen mención de forma muy precisa del concreto y acero que se deben emplear en la construcción de elementos de concreto reforzado, así como del acero estructural a utilizar en los ya mencionados elementos en caso de requerirlo, en las siguientes fotografías se muestra la evolución de esta etapa en el proceso de construcción.





Fotografía 5.16. Imagen de los trabajos de armado de parrilla inferior en losa de puente PLAYAS I.

Fuente: Propia.

En esta imagen se muestra el armado de la parrilla inferior con separación de 25 cm entre varillas tanto en sentido longitudinal como transversal, en sus parrillas superior e inferior de diámetro #5, los bastones colocados en los diafragmas con una longitud de 3,00 mts y separación de 30 cms entre ellos además de varillas de refuerzo en la esquinas de la losa con separación de 10 cms , longitud de 177 cms y diámetro #4 corrugada.



Fotografía 5.17. Armado de parapeto para la estructura PLAYAS I.

Fuente: Propia.

En esta imagen se muestra el armado empleado en los parapetos de la losa, para esto se emplearon varillas de #4 para todos sus elementos con separaciones entre 10 hasta los 25 cms.

Por último en este párrafo se hará referencia de la etapa de colocación del concreto en la losa y el parapeto de la estructura, en primer lugar se realizó una limpieza previa de la zona donde se colocaría el concreto y se colocó adhecon o adherente de concreto viejo al nuevo, según lo establecido en proyecto todo lo anterior son los trabajos previos a la colocación del concreto hidráulico de  $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$ , en losa y parapeto, como se muestra en las siguientes imágenes:



Fotografía 5.18. Colado de Losa 4 de estructura PLAYAS II, con equipo conocido como Bomba Pluma para Concreto.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.19. Imagen que muestra el área donde se ha impregnado de adhecon que evita las juntas frías entre elementos de concreto.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.20. Imagen que muestra el equipo y el vibrado que se emplea al momento de colar los elementos en estructura PLAYAS I.

Fuente: Propia.

Finalmente, después de haber colado los elementos se realiza un curado del concreto ya sea con agua o un curador de concreto creado a base de resinas como se muestra en la siguiente imagen.



Fotografía 5.21. Imagen que muestra la forma de curar elementos colados con Curacreto.

Fuente: Propia.



## **5.6. Juntas de Dilatación.**

Para este tema los trabajos se basaron en lo estipulado en la norma N-CSV-CAR-4-03-002-02, titulado REPOSICIÓN DE JUNTAS DE DILATACIÓN, el cual nos hace mención de los pasos a seguir para el cambio de juntas de neopreno tipo WOSd-100 o en su defecto similar, así como los otros materiales necesarios para su instalación, posterior a la demolición de la ya existente.

En primer lugar se demolieron 20 cms a cada lado de la unión entre losas y 20 cms de profundidad transversal al sentido vehicular, en seguida, se procedió a la limpieza de la zona demolida, el siguiente paso fue la correcta impregnación de adhecon para unir concreto nuevo con el existente, posterior a esto se colocaron los soportes metálicos con sus anclajes, y finalmente se le colocó el poliestireno expandible de 5 cms de espesor para evitar que el concreto se filtrara, después de estos trabajos se procedió a colar el elemento con concreto hidráulico de  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , para pasar finalmente después del tiempo de fraguado y descanso adecuados se procedió a la colocación de la nueva junta de dilatación como se muestra en las fotografías siguientes:



Fotografía 5.22. Colocado y alineado de estructura metálica de la junta.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.23. Colado de área limitante a la junta de dilatación.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.24. Colocación de Junta de Neopreno utilizando lubricante y equipo adecuado.

Fuente: Propia.

Posterior a estos trabajos se elaboró la carpeta asfáltica para lo cual se tomaron en cuenta las siguientes normas de la SCT, N-CTR-CAR-1-04-005-00, N-CTR-CAR-1-04-006-00, N-CTR-CAR-1-04-006-01, N-CTR-CAR-1-04-006-04, N-CTR-CAR-1-04-006-06, N-CTR-CAR-1-04-006-08, N-CTR-CAR-1-04-006-09, N-CMT-4-05-003/02 y N-CMT-4-05-002/01, las cuales hacen referencia a la elaboración tipo y colocación del Riego de Liga, así como , el suministro, tipo de agregados, emulsión a utilizar, traslado , tendido y compactación de la Carpeta Asfáltica en caliente, como a continuación se muestra:



Fotografía 5.25. Tendido de emulsión asfáltica para el riego de Liga con Petrolizadora en Puente Playas II.

Fuente: Propia.

En la fotografía 5.26 se muestra el tendido de la emulsión para el riego de liga con petrolizadora para después darle un Poreo a la superficie donde se colocó el riego con material utilizado para la elaboración de la mezcla asfáltica.



Fotografía 5.26. Administración de Poreo con gravilla (PLAYAS II).

Fuente: Propia.





Fotografía 5.27. Tendido de carpeta asfáltica con equipo Finisher o extendedora de asfalto con los niveles deseados (PLAYAS II).

Fuente: Propia.

En las fotografías 5.27 y 5.28 se muestra los pasos que se siguieron al riego de liga, como fue la colocación de la carpeta asfáltica y la compactación de esta, hasta cumplir con lo estipulado en el proyecto.



Fotografía 5.28. Compactación de la carpeta con rodillos liso y neumático en Playas II.

Fuente: Propia.

Finalmente, después de la colocación de la carpeta asfáltica se procedió a la aplicación de pintura de tránsito en raya continua y la colocación de Vialitas reflejantes bidireccionales como se muestra a continuación:



Fotografía 5.29. Alineación del Vehículo con Equipo para Señalización o Pinta Rayas en tramo de Playas II.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.30. Suministro de pintura en Línea Punteada en Playas II.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.31. Suministro de pintura en Líneas Continuas Laterales, tramo Playas II.

Fuente: Propia.



En esta parte del procedimiento previo a la colocación de la pintura sobre la superficie de rodamiento, se limpió el área y se delimitaron las líneas sobre las que se guiaría el vehículo.



Fotografía 5.31. Alineado y colocación de Vialitas reflejantes color blanco en Línea Continua Playas I.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.32. Colocación de Vialitas ámbar en Playas I.

Fuente: Propia.

En las fotografías 5.31, 5.32 y 5.33 se muestra como se llevó a cabo la colocación de las vialetas reflejantes tanto en la línea punteada como en la línea continua, anterior a la colocación se marcó la ubicación de cada una de ellas sobre la carpeta asfáltica todas a 15 mts de distancia entre ellas, por último en la imagen 6.34, muestra como llevan a cabo su función a falta de luz solar y con la luz de los vehículos que transitan.



Fotografía 5.33. Imagen vista planta de Vialeta color ámbar colocada sobre las Líneas punteadas en tramo de Puente Playas II.

Fuente: Propia.



Fotografía 5.34. Vista nocturna del efecto reflejante de las Vialitas y Líneas continuas y punteadas en tramos de Puente Playas II.

Fuente: Propia.

### **5.7. Catálogo de Conceptos.**

En este penúltimo tema se mostrará todos los conceptos empleados en la realización de esta obra, así como, el costo reflejado en la misma, el material empleado u opcional en su defecto y su volumen o área.

LICITACION PUBLICA NACIONAL No.

LUGAR Y FECHA:

OBRA: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PISO DEL PUENTE DE PLAYAS I KM 48+650 Y PLAYAS II KM 48+650

		<b>O B R A</b>				<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>TOTAL</b>
		<b>C O N C E P T O S</b>						<b>PRESUPUESTADO</b>
<b>No.</b>	<b>No. SIAC</b>	<b>ESPECIFICACIÓN GENERAL O COMPLEMENTARIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CON LETRA</b>	<b>CON NÚMERO</b>	
<b>PUENTE PLAYAS I</b>								
<b>I SUPERESTRUCTURA</b>								
1		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto hidráulico colado en seco de f'c=300 kg/cm2 en losa y diafragmas, P.U.O.T.	125.58	M3			
2		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo de fy= 4,200 kg/cm2 en estructuras, losa y parapeto, P.U.O.T.	20,677.00	KG			
3		N.CTR.CAR.1.04.006	Carpeta de concreto asfáltico de 5 cm de espesor con cemento asfáltico modificado, triturada T.M. 3/4", para pavimento de carreteras, compactada al 95% de(los) banco(s) que elija el contratista (incluyendo acarrees,cemento asfáltico, aditivos y riego de liga), P.U.O.T. para su construcción, la mezcla debe cumplir con la norma S.C.T: N-CTR-CAR-1-04-006/01 y para su diseño y aceptación con las Normas S.C.T: N-CMT-4-05-003/02 y N-CMT-4-04/03, para los asfaltos empleados: N- CMT-4-05-002/01, P.U.O.T	25.11	M3			
4		E.P.1	Mortero Grout N.M. sin contracción, P.U.O.T.	250.00	DM3			
5		E.P.2	Poliestireno de 4 cm de espesor P.U.O.T.	4.42	M2			
6		N.CTR.CAR.1.02.008	Acero estructural A-36 en: losacero sección 36/15 calibre 20, P.U.O.T.	4,103.19	KG			
7		N.CTR.CAR.1.02.008	Acero estructural A-36 lamina calibre 26, P.U.O.T.	350.00	KG			
8		E.P.3	Suministro y colocación de junta de dilatación tipo WOSd 100 o similar P.U.O.T.	27.44	ML			
<b>II SUBESTRUCTURA</b>								
9		E.P.4	Drenes de plástico de 4" de diámetro x 50 cm , P.U.O.T	20.00	PZA			
10		N-CTR-CAR-1-01-007	Excavaciones en conos de derrame, P.U.O.T.	21.76	M3			
11		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto F' C= 150 kg/cm2 en conos de derrame de protección, P.U.O.T.	20.40	M3			
12		E.P.5	Carton asfaltado (celotex o' similar) de 2,0 cm de espesor, P.U.O.T.	2.50	M2			
13		E.P.6	Relleno compactado al 90 % de su PVSM en cono derrame, P.U.O.T.	680.00	M3			
14		E.P.7	Suministro y colocación de protección del cono de derrame a base de tapete de gavión tipo reno o similar de 4 X 2 X 0.30 m , P.U.O.T.	360.00	M2			
15		N. CSV.CAR.3.03.002	Inyección de grietas en cargadero y/o cabezal, P.U.O.T.	205.00	DM3			
16		E.P.8	Reparación de desconchamientos menores en cargadero, cabezal y/o columnas a base de GROUT, P.U.O.T.	190.00	DM3			
17		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto F' C=250 kg/cm2 en aleros de cargaderos, P.U.O.T.	1.57	M3			
18		N.CTR.CAR.1.02.003	Construcción de dentellón de concreto hidráulico de F' C= 200 kg/cm2, P.U.O.T.	19.20	M3			
19		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo FY=4200 kg/cm2 en dentellón, P.U.O.T.	1,500.00	KG			
20		E.P.9	Limpieza de elementos de concreto en pilastra, cargadero, cabezal y columnas, P.U.O.T.	80.80	M2			
<b>III CAMBIO DE APOYOS</b>								
21		E.P.10	Izaje de estructura, P.U.O.T.	2.00	EJE			
22		E.P.11	Dispositivos de apoyos de neopreno de duereza shore 60, placas de:					
		1)	40X40X4.1 cm, P.U.O.T.	8.00	PZA			
		2)	40X40X5.7 cm, P.U.O.T.	8.00	PZA			
<b>ACUMULADO ESTA HOJA</b>								<b>\$0.00</b>
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA</b>								
<b>FECHA DE INICIO</b>				<b>FECHA DE TERMINACIÓN</b>				

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DEL SERVICIO PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN

PLAYAS I

LICITACION PUBLICA NACIONAL No.

LUGAR Y FECHA:

OBRA: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PISO DEL PUENTE DE PLAYAS I KM 48+650 Y PLAYAS II KM 48+650

		O B R A				PRECIO UNITARIO		TOTAL
		C O N C E P T O S						PRESUPUESTADO
No.	No. SIAC	ESPECIFICACIÓN GENERAL O COMPLEMENTARIA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	CON LETRA	CON NÚMERO	
23		N.CTR.CAR.1.02.008	Acero estructural A-36 para izaje, P.U.O.T.	560.00	KG			
24		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto F'c=250 kg/cm2 en estructura asientos concreto y topes sísmicos, P.U.O.T.	3.00	M3			
25		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo FY=4200 kg/cm2 para estructuras en asientos y tope sísmico, P.U.O.T.	243.05	KG			
		<b>IV</b>	<b>RENIVELACIÓN DE ACCESOS</b>					
26		N.CTR.CAR.1.01.007	Excavación de terreno natural material tipo II para colocación de relleno, P.U.O.T.	1,344.00	M3			
27		E.P.12	Capa subyacente rompedora de capilaridad con roca, P.U.O.T.	410.60	M3			
28		N.CTR.CAR.01.04.002.	Formación y compactación de Base hidráulica de 30 cm de espesor, compactada al cien por ciento (100%) de la prueba AASHTO modificada de 3 capas, P.U.O.T.	410.60	M3			
29		N.CTR.CAR.01.04.002.	Formación y compactación de Subbase hidráulica de 30 cm de espesor, compactada al noventa y cinco por ciento (95%) de la prueba AASHTO modificada de 3 capas, P.U.O.T.	410.60	M3			
30		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto hidráulico colado en seco de f'c=250 kg/cm2 para losa de acceso, P.U.O.T.	24.00	M3			
31		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo de fy= 4,200 kg/cm2 en losa de acceso, P.U.O.T.	3,206.33	KG			
32		N.CTR.CAR.1.04.006	Carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor con cemento asfáltico modificado, triturada T.M. 3/4", para pavimento de carreteras, compactada al 95% de(los) banco(s) que elija el contratista (incluyendo acarreo,cemento asfáltico, aditivos y riego de liga), P.U.O.T. para su construcción, la mezcla debe cumplir con la norma S.C.T: N-CTR-CAR-1-04-006/01 y para su diseño y aceptación con las Normas S.C.T: N-CMT-4-05-003/02 y N-CMT-4-04/03, para los asfaltos empleados: N- CMT-4-05-002/01, P.U.O.T	115.00	M3			
33		N.CTR.CAR.01.04.004	Emulsión asfáltica de rompimiento lento RM-2K, para riego de impregnación a razón de 1.2 Lt/m2, P.U.O.T.	1,120.00	m2			
34		N.CTR.CAR.1.07.009	Estructura fabricada y montada de acero galvanizado cal. 12 (incluye postes de 6" 18,6 kg/m y accesorios, P.U.O.T.					
		1)	Defensa de lamina galvanizada de tres crestas	160.00	m			
		<b>V</b>	<b>PARAPETO</b>					
35		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto hidráulico colado en seco de f'c=250 kg/cm2 en parapeto y remate de parapeto, sobre losa P.U.O.T.	29.64	M3			
36		E.P.13	Pintura y protección anticorrosiva en parapetos metálicos, P.U.O.T.	40.00	M2			
37		E.P.14	Pintura vinílica en parapetos y guarniciones de concreto, P.U.O.T.	130.00	M2			
							ACUMULADO ESTA HOJA	\$0.00
		NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA						
		FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACIÓN					

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DEL SERVICIO PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN



LICITACION PUBLICA NACIONAL No.

LUGAR Y FECHA:

OBRA: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PISO DEL PUENTE DE PLAYAS I KM 48+650 Y PLAYAS II KM 48+650

		<b>O B R A</b>				<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>TOTAL</b>
		<b>C O N C E P T O S</b>						<b>PRESUPUESTADO</b>
<b>No.</b>	<b>No. SIAC</b>	<b>ESPECIFICACIÓN GENERAL O COMPLEMENTARIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CON LETRA</b>	<b>CON NÚMERO</b>	
		<b>VI</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
38		E.P.15	Construcción de lavadero de concreto simple, proyecto tipo S.C.T. No. T-31.1.1, P.U.O.T.	8.00	pza			
39		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto simple de FC= 150 kg/cm2 en bocas de tormenta, P.U.O.T.	4.20	M3			
40		E.P.16	Deshierbe en zona de conos de derrame, P.U.O.T.	68.00	M2			
41		E.P.17	Retiro de escombros en lecho inferior del puente, P.U.O.T.	10.00	M3			
		<b>VII</b>	<b>DEMOLICIONES Y RETIROS</b>					
42		N.CTR.CAR.1.02.013	Demolición de losa, prelosa y diafragmas de concreto reforzado, P.U.O.T.	125.00	M3			
43		N.CTR.CAR.1.02.013	Demolición parapeto de concreto reforzado, P.U.O.T.	29.64	M3			
44		N.CTR.CAR.1.02.013	Demolición de cono de derrame dañado, P.U.O.T.	30.00	M3			
45		E.P. 18	Retiro con recuperación de parapeto de acero, inc. colocación, tuercas, tornillos, etc. P.U.O.T.	73.20	ML			
46		E.P. 19	Retiro de defensa de lámina galvanizada, incluye postes, P.U.O.T.	160.00	ML			
47		E.P. 20	Retiro de carpeta asfáltica existente en estructura y accesos, P.U.O.T.	161.70	M3			
48		E.P. 21	Retiro de material asentado, P.U.O.T.	680.00	M3			
49		E.P. 22	Limpeza y retiro de escombros en cargaderos y cabezales, P.U.O.T.	9.79	M3			
		<b>VIII</b>	<b>DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE OBRA</b>					
51		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de Señal DPI-8, P.U.O.T.	2.00	PZA			
52		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de Señal SR-9 de 117 x 117, con un tablero adicional de 30 x 117 cm, P.U.O.T.	4.00	PZA			
53		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de Señal SPP-21 de 117 x 117, con un tablero adicional de 35 x 152 cm, P.U.O.T.	2.00	PZA			
54		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de Señal DPP-7 de 117 x 117, con un tablero adicional de 35 x 152 cm P.U.O.T.	4.00	PZA			
55		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de Señal SIP-7 de 86 X 239, P.U.O.T.	10.00	PZA			
56		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de botones de aluminio, P.U.O.T.	600.00	PZA			
57		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de lamparas destellantes a base de LED'S, P.U.O.T.	35.00	PZA			
58		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de Barrera de contención de poliestireno de media densidad, P.U.O.T.	140.00	PZA			
59		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de trafitambos de 90 x 45 cm con lampara de destello, P.U.O.T.	24.00	PZA			
60		N.CTR.CAR.01.07.016.	Suministro, colocación y conservación de Flecha luminosa a base de LED'S, P.U.O.T.	2.00	PZA			
61		E.P.23	Brigada de señalamiento, P.U.O.T.	180.00	GUARDIA			
		<b>IX</b>	<b>SEÑALAMIENTO DEFINITIVO</b>					
62		E.P. 24	Suministro y colocación de vialitas bidireccionales, P.U.O.T.	23.00	PZA			
63		E.P. 25	Aplicación de pintura de tránsito en raya continua, P.U.O.T.	330.00	ML			
<b>ACUMULADO ESTA HOJA</b>								<b>\$0.00</b>
		<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>FECHA DE TERMINACIÓN</b>	<b>NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA</b>				

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DEL SERVICIO PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

LICITACION PUBLICA NACIONAL No.

LUGAR Y FECHA:

OBRA: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PISO DEL PUENTE DE PLAYAS I KM 48+650 Y PLAYAS II KM 48+650

		O B R A				PRECIO UNITARIO		TOTAL
		C O N C E P T O S				CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRESUPUESTADO
No.	No. SIAC	ESPECIFICACIÓN GENERAL O COMPLEMENTARIA	DESCRIPCIÓN		CON LETRA			
<b>PUENTE PLAYAS II</b>								
<b>I SUPERESTRUCTURA</b>								
64		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto hidráulico colado en seco de f'c=300 kg/cm2 en losa y diafragmas, P.U.O.T.		407.68	M3		
65		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo de fy= 4,200 kg/cm2 en estructuras, losa y parapeto, P.U.O.T.		51,360.00	KG		
66		N.CTR.CAR.1.04.006	Carpeta de concreto asfáltico de 5 cm de espesor con cemento asfáltico modificado, triturada T.M. 3/4", para pavimento de carreteras, compactada al 95% del(los) banco(s) que elija el contratista (incluyendo acarreo, cemento asfáltico, aditivos y riego de liga), P.U.O.T. para su construcción, la mezcla debe cumplir con la norma S.C.T: N-CTR-CAR-1-04-006/01 y para su diseño y aceptación con las Normas S.C.T: N-CMT-4-05-003/02 y N-CMT-4-04/03, para los asfaltos empleados: N- CMT-4-05-002/01, P.U.O.T		91.88	M3		
67		E.P.1	Mortero Grout N.M. sin contracción, P.U.O.T.		500.00	DM3		
68		E.P.2	Poliestireno de 4 cm de espesor P.U.O.T.		11.05	M2		
69		N.CTR.CAR.1.02.008	Acero estructural A-36 en: losacero sección 36/15 calibre 20, P.U.O.T.		16,686.30	KG		
70		N.CTR.CAR.1.02.008	Acero estructural A-36 lamina calibre 26, P.U.O.T.		1,423.33	KG		
71		E.P.3	Suministro y colocación de junta de dilatación tipo WOSd 100 o similar P.U.O.T.		85.25	ML		
<b>II SUBESTRUCTURA</b>								
73		E.P.4	Drenes de plástico de 4" de diámetro x 50 cm , P.U.O.T		76.00	PZA		
74		N-CTR-CAR-1-01-007	Excavaciones en conos de derrame, P.U.O.T.		14.00	M3		
75		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto F' C= 150 kg/cm2 en conos de derrame de protección, P.U.O.T.		48.90	M3		
76		E.P.5	Carton asfaltado (celotex o' similar) de 2,0 cm de espesor, P.U.O.T.		2.50	M2		
77		E.P.6	Relleno compactado al 90 % de su PVSM en cono derrame, P.U.O.T.		698.00	M3		
78		E.P.7	Suministro y colocación de protección del cono de derrame a base de tapete de gavión tipo reno o similar de 4 X 2 X 0.30 m , P.U.O.T.		480.00	M2		
79		N. CSV.CAR.3.03.002	Inyección de grietas en cargadero y/o cabezal, P.U.O.T.		220.00	DM3		
80		E.P.8	Reparación de desconchamientos menores en cargadero, cabezal y/o columnas a base de GROUT, P.U.O.T.		260.00	DM3		
81		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto FC=250 kg/cm2 en aleros de cargaderos, P.U.O.T.		1.57	M3		
82		N.CTR.CAR.1.02.003	Construcción de dentellón de concreto hidráulico de F' C= 200 kg/cm2, P.U.O.T.		31.50	M3		
83		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo FY=4200 kg/cm2 en dentellón, P.U.O.T.		2,100.00	KG		
84		E.P.9	Limpieza de elementos de concreto en pilastra, cargadero, cabezal y columnas, P.U.O.T.		390.00	M2		
<b>III CAMBIO DE APOYOS</b>								
85		E.P.10	Izaje de estructura, P.U.O.T.		8.00	EJE		
86		E.P.11	Dispositivos de apoyos de neopreno de duereza shore 60, placas de:					
		1)	40X40X4.1 cm, P.U.O.T.		32.00	PZA		
		2)	40X40X5.7 cm, P.U.O.T.		32.00	PZA		
<b>ACUMULADO ESTA HOJA</b>							<b>\$0.00</b>	
NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA								
FECHA DE INICIO				FECHA DE TERMINACIÓN				

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DEL SERVICIO PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN

PLAYAS II

LICITACION PUBLICA NACIONAL No.

LUGAR Y FECHA:

OBRA: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PISO DEL PUENTE DE PLAYAS I KM 48+650 Y PLAYAS II KM 48+650

		<b>O B R A</b>				<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>TOTAL</b>
		<b>C O N C E P T O S</b>						<b>PRESUPUESTADO</b>
<b>No.</b>	<b>No. SIAC</b>	<b>ESPECIFICACIÓN GENERAL O COMPLEMENTARIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CON LETRA</b>	<b>CON NÚMERO</b>	
87		N.CTR.CAR.1.02.008	Acero estructural A-36 para izaje, P.U.O.T.	2,240.00	KG			
88		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto F'c=250 kg/cm2 en estructura asientos concreto y topes sísmicos, P.U.O.T.	3.24	M3			
89		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo FY=4200 kg/cm2 para estructuras en asientos y tope sísmico, P.U.O.T.	243.05	KG			
		<b>IV</b>	<b>RENIVELACIÓN DE ACCESOS</b>					
90		N.CTR.CAR.1.01.007	Excavación de terreno natural material tipo II para colocación de relleno, P.U.O.T.	1,344.00	M3			
91		E.P.12	Capa subyacente rompedora de capilaridad con roca, P.U.O.T.	410.60	M3			
92		N.CTR.CAR.01.04.002.	Formación y compactación de Base hidráulica de 30 cm de espesor, compactada al cien por ciento (100%) de la prueba AASHTO modificada de 3 capas, P.U.O.T.	410.60	M3			
93		N.CTR.CAR.01.04.002.	Formación y compactación de Subbase hidráulica de 30 cm de espesor, compactada al noventa y cinco por ciento (95%) de la prueba AASHTO modificada de 3 capas, P.U.O.T.	410.60	M3			
94		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto hidráulico colado en seco de f'c=250 kg/cm2 para losa de acceso, P.U.O.T.	24.00	M3			
95		N.CTR.CAR.1.02.004	Acero de refuerzo de fy= 4,200 kg/cm2 en losa de acceso, P.U.O.T.	3,206.33	KG			
96		N.CTR.CAR.1.04.006	Carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor con cemento asfáltico modificado, triturada T.M. 3/4", para pavimento de carreteras, compactada al 95% de(los) banco(s) que elija el contratista (incluyendo acarreo,cemento asfáltico, aditivos y riego de liga), P.U.O.T. para su construcción, la mezcla debe cumplir con la norma S.C.T: N-CTR-CAR-1-04-006/01 y para su diseño y aceptación con las Normas S.C.T: N-CMT-4-05-003/02 y N-CMT-4-04/03, para los asfaltos empleados: N- CMT-4-05-002/01, P.U.O.T	115.00	M3			
97		N.CTR.CAR.01.04.004	Emulsión asfáltica de rompimiento lento RM-2K, para riego de impregnación a razón de 1.2 Lt/m2, P.U.O.T.	1,120.00	m2			
98		N.CTR.CAR.1.07.009	Estructura fabricada y montada de acero galvanizado cal. 12 (incluye postes de 6" 18,6 kg/m y accesorios, P.U.O.T.					
		1)	Defensa de lamina galvanizada de tres crestas	160.00	m			
		<b>V</b>	<b>PARAPETO</b>					
99		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto hidráulico colado en seco de f'c=250 kg/cm2 en parapeto y remate de parapeto, sobre losa P.U.O.T.	44.95	M3			
100		E.P.13	Pintura y protección anticorrosiva en parapetos metálicos, P.U.O.T.	120.00	M2			
101		E.P.14	Pintura vinílica en parapetos y guarniciones de concreto, P.U.O.T.	528.66	M2			
							<b>ACUMULADO ESTA HOJA</b>	<b>\$0.00</b>
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA</b>								
<b>FECHA DE INICIO</b>			<b>FECHA DE TERMINACIÓN</b>					

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DEL SERVICIO PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN

LICITACION PUBLICA NACIONAL No.

LUGAR Y FECHA:

OBRA: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PISO DEL PUENTE DE PLAYAS I KM 48+650 Y PLAYAS II KM 48+650

RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DEL SERVICIO PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN

O B R A				PRECIO UNITARIO		TOTAL PRESUPUESTADO
C O N C E P T O S				CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	
No.	No. SIAC	ESPECIFICACIÓN GENERAL O COMPLEMENTARIA	DESCRIPCIÓN			CON LETRA
<b>VI</b>			<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>			
102		E.P.15	Construcción de lavadero de concreto simple, proyecto tipo S.C.T. No. T-31.1.1, P.U.O.T.	8.00	pza	
103		N.CTR.CAR.1.02.003	Concreto simple de FC= 150 kg/cm2 en bocas de tormenta, P.U.O.T.	4.20	M3	
104		E.P.16	Deshierbe en zona de conos de derrame, P.U.O.T.	72.00	M2	
105		E.P.17	Retiro de escombros en lecho inferior del puente, P.U.O.T.	89.00	M3	
<b>VII</b>			<b>DEMOLICIONES Y RETIROS</b>			
106		N.CTR.CAR.1.02.013	Demolición de losa, prelosa y diafragmas de concreto reforzado, P.U.O.T.	570.00	M3	
107		N.CTR.CAR.1.02.013	Demolición parapeto de concreto reforzado, P.U.O.T.	44.95	M3	
108		N.CTR.CAR.1.02.013	Demolición de cono de derrame dañado, P.U.O.T.	46.50	M3	
109		E.P. 18	Retiro con recuperación de parapeto de acero, inc. colocación, tuercas, tornillos, etc. P.U.O.T.	205.00	ML	
110		E.P. 19	Retiro de defensa de lámina galvanizada, incluye postes, P.U.O.T.	160.00	ML	
111		E.P. 20	Retiro de carpeta asfáltica existente en estructura y accesos, P.U.O.T.	296.94	M3	
112		E.P. 21	Retiro de material asentado, P.U.O.T.	630.00	M3	
113		E.P. 22	Limpieza y retiro de escombros en cargaderos y cabezales, P.U.O.T.	23.00	M3	
<b>VIII</b>			<b>DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE OBRA</b>			
114		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de Señal DPI-8, P.U.O.T.	2.00	PZA	
115		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de Señal SR-9 de 117 x 117, con un tablero adicional de 30 x 117 cm, P.U.O.T.	4.00	PZA	
116		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de Señal SPP-21 de 117 x 117, con un tablero adicional de 35 x 152 cm, P.U.O.T.	2.00	PZA	
117		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de Señal DPP-7 de 117 x 117, con un tablero adicional de 35 x 152 cm P.U.O.T.	4.00	PZA	
118		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de Señal SIP-7 de 86 X 239, P.U.O.T.	10.00	PZA	
119		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de botones de aluminio, P.U.O.T.	600.00	PZA	
120		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de lamparas destellantes a base de LED'S, P.U.O.T.	80.00	PZA	
121		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de Barrera de contención de poliestireno de media densidad, P.U.O.T.	220.00	PZA	
122		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de trafitambos de 90 x 45 cm con lampara de destello, P.U.O.T.	24.00	PZA	
123		N.CTR.CAR.01.07.016	Suministro, colocación y conservación de Flecha luminosa a base de LED'S, P.U.O.T.	2.00	PZA	
124		E.P.23	Brigada de señalamiento, P.U.O.T.	180.00	GUARDIA	
<b>IX</b>			<b>SEÑALAMIENTO DEFINITIVO</b>			
125		E.P. 24	Suministro y colocación de vialitas bidireccionales, P.U.O.T.	43.00	PZA	
126		E.P. 25	Aplicación de pintura de tránsito en raya continua, P.U.O.T.	636.30	ML	
<b>ACUMULADO ESTA HOJA</b>						<b>\$0.00</b>
<b>FECHA DE INICIO</b>		<b>FECHA DE TERMINACIÓN</b>		<b>NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FISICA</b>		

## **5.8. Comparación del Procedimiento Constructivo.**

Después de haber realizado el proceso constructivo de la obra “Sustitución del Sistema de Piso de los Puentes Playas I y Playas II del Camino Directo Las Choapas-Raudales-Ocozocoautla” se observa que de acuerdo, al proyecto original se tenía contemplado algo muy similar a excepción de algunos detalles que se modificaron debido a diversos factores pero que siempre se tuvo en primer lugar cumplir con lo que establecían las Normas de la SCT y CAPUFE para la rehabilitación y construcción de Carreteras y Puentes.

Se tenía contemplado emplear acero A-36 tipo Losacero de calibre 20, el cual se tuvo que suplir por acero estructural A-36 de calibre 22, ya que al realizar los estudios pertinentes se demostró que cumplía perfectamente con la resistencia necesaria para la carga a la que sería sometido, además, de que su costo sería menor, todo lo anterior con base en la Norma N-CTR-CAR-1-02-008 que hace referencia al acero estructural a emplear en puentes y estructuras de concreto armado.

El armado de parrillas superior e inferior se realizó sin modificaciones, así como el concreto estimado a emplear en losas, parapetos, diafragmas y accesos, todo lo anterior respetando lo marcado en las Normas de la SCT, cumpliendo con los requisitos de calidad y mejorando el costo de estos, quedando del suministro la Empresa GORSA, ubicada en la ciudad portuaria de Coatzacoalcos, debido a que cuenta con todo el equipo necesario para la elaboración y transporte avalado por la SCT Veracruz y CAPUFE Gerencia Chiapas.

Por último los demás conceptos se realizaron de acuerdo al proyecto original cumpliendo con todos los requisitos solicitados tanto por CAPUFE, por lo que esta obra se realizó con un presupuesto accesible y económicamente mejorado al original, además, que lo más importante se construyó con una garantía de muy buena calidad y una larga vida útil, independientemente de los factores más adversos que puedan presentarse.

Ahora bien, en la siguiente tabla se un resumen del proceso que se llevó a cabo, desde los primeros trabajos realizados en la zona hasta la culminación de la misma, cabe señalar que nos muestra en orden como fueron llevadas a cabo las actividades, así como equipo y maquinaria que se emplearon en cada una de las etapas para esta obra, también se considera importante mencionar que se generalizaron en algunos conceptos, actividades que se realizaron a la par en tiempo y forma con estos.

Enseguida, se muestra la tabla anteriormente mencionada:

## RESUMEN PROCESO CONSTRUCTIVO

<b>TABLA-RESUMEN DE PROCESO CONSTRUCTIVO "SUSTITUCIÓN DE SISTEMA DE PISO EN ESTRUCTURAS PLAYAS I Y PLAYAS II"</b>				
ETAPA	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	PROCEDIMIENTO INDICADO	MAQUINARÍA Y EQUIPO UTILIZADO
I	<b>DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE OBRA</b>	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO, ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y BRIGADA DE SEÑALAMIENTO.	SE COLOCARON DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL PROYECTO, CON LA DISTANCIA Y NUMERO DE ELEMENTOS MARCADOS.	CAMIÓN VOLTEO DE 14 M <sup>3</sup> , CAMIONETA DE 3.5 TON CON TORRETA Y CAMIONETA PICK UP DE 1.5 TON CON TORRETA
II	<b>CAMBIO DE APOYOS</b>	IZAJE DE ESTRUCTURA Y COLOCACIÓN DE PLACAS DE NEOPRENO	SE COLOCÓ EL COMPRESOR Y LOS GATOS HIDRÁULICOS EN LA POSICIÓN INDICADA EN PROYECTO, DESPUÉS SE PROCEDIÓ A COLOCACIÓN DE LAS PLACAS DE NEOPRENO HASTA QUEDAR EN EL NIVEL INDICADO Y FINALMENTE SE DISMINUYÓ LA PRESIÓN LENTAMENTE HASTA DESCANZAR LAS TRABES SOBRE LAS PLACAS	COMPRESOR DE AIRE ENERPAC ZU4T Y GATOS HIDRAULICOS DE 100 TON.
III	<b>DEMOLICIONES Y RETIROS</b>	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE CARPETA ASFÁLTICA, ELEMENTOS DE CONCRETO Y ACERO ESTRUCTURAL	SE MARCÓ SOBRE LA SUPERFICIE DE LA SUPERESTRUCTURA Y SUBESTRUCTURA EL ÁREA A DEMOLER Y RETIRAR, EN SEGUIDA SE REALIZÓ LA LIMPIEZA NECESARIA PARA DEJAR EL ÁREA LIBRE PARA REALIZAR TRABAJOS POSTERIORES	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F, EQUIPO HIDRAULICO DE DEMOLICIÓN C/ROTOMARTILLO INGERSOLL RAND 185, CAMIÓN VOLTEO 14 M <sup>3</sup> Y MINICARGADOR BOBCAT S300 C/ROTOMARTILLO
IV	<b>SUPERESTRUCTURA</b>	LOSACERO, ACERO DE REFUERZO, CONCRETO EN LOSAS, JUNTAS DE DILATACIÓN Y CARPETA ASFÁLTICA.	SE ARMÓ LA CÍMBRA PERMANENTE CON LOSACERO, PARRILLAS SUPERIOR E INFERIOR Y PARAPETOS, SE COLARON LOS ELEMENTOS, SE TIENDIÓ Y COMPACTÓ LA CARPETA ASFÁLTICA, FINALMENTE SE COLOCARON LAS JUNTAS DE DILATACIÓN Y PARAPETOS METÁLICOS.	EQUIPO DE CORTE Y SOLDADURA, BOMBA DE CONCRETO PUTZMEISTER BSF 20Z 09, CAMIÓN TROMPO DE CONCRETO, VIBRADOR DE CONCRETO C/CHICOTE, EQUIPO DE ILUMINACIÓN, FINISHER BARBER GREEN BG-260, PETROLIZADORA FREIGHTLINER, VIBROCOMPACTADOR HYSTER C788b, COMPACTADOR NEUMÁTICO PS150 Y CAMIÓN
V	<b>SUBESTRUCTURA</b>	CONOS DE DERRAME, TAPETES DE GAVIÓN, LAVADEROS Y REPARACIONES MENORES	SE DEMOLIERON LAS ZONAS DAÑADAS EN LOS CONOS, CON EQUIPO Y MAQUINARÍA ESTABLECIDOS EN PROYECTO, REHABILITARON DESCONCHAMIENTOS EN CABEZALES, COLUMNAS Y CARGADEROS, SE COMPACTÓ EL MATERIAL DE RELLENO Y REHABILITARON LOS CONOS DE DERRAME Y FINALMENTE SE ARMARON Y COLOCARON LOS TAPETES DE GAVIÓN	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F, VIBROCOMPACTADOR MANUAL DYNAPAC LT700, TROMPO DE CONCRETO, CAMIÓN VOLTEO DE 7 M <sup>3</sup>
VI	<b>SEÑALAMIENTO DEFINITIVO</b>	VIALETAS BIDIRECCIONALES Y PINTURA DE TRÁNSITO	SE PROCEDIÓ A CALIBRAR EL EQUIPO Y VEHÍCULO PINTARRAYAS EN AMBOS SENTIDOS DE LA VÍA, TANTO RAYA CONTINÚA COMO PUNTEADA Y FINALMENTE SE UBICARÓN A LA DISTANCIA MARCADA EN PROYECTO LAS VIALETAS PARA POSTERIORMENTE COLOCARLAS	VEHÍCULO Y EQUIPO PINTARRAYAS SWEGA 970

Tabla 5.2. En ella se muestra de manera concisa las etapas y pasos seguidos para la culminación de la obra.

Fuente: Propia.

## CONCLUSIONES

El diseño, construcción y rehabilitación de puentes es parte importa en la infraestructura carretera de nuestro país, y en esta obra en particular, ya que con esto se da paso a la generación de empleos temporales regionales, así como, la importancia que adquiere ya que con esta rehabilitación mejora la operación de esta vía no solo por ser una de las más importantes en estos estados sino a nivel México-Centroamérica.

En la actualidad, en la región Sureste del país, se han incrementado las inversiones en la rehabilitación de vías principales de comunicación, construcción y rehabilitación de nuevos puertos, así como también, la construcción de nuevas alternativas vías de comunicación y ampliación de aeropuertos, por lo anterior, la obra mencionada en esta tesis es de gran importancia ya que permite la comunicación entre el Centro y Golfo con el Sureste del país, dando un crecimiento importante al desarrollo económico de la región, estas inversiones se incluyen por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y Caminos y Puentes Federales y Servicios Conexos (CAPUFE), esta obra es considerada de gran importancia ya que a través de esta es posible la comunicación permanente con las comunidades rurales locales así como de estas con las grandes ciudades de los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas, para el intercambio de sus productos agrícolas y ganaderos, también cabe



señalar el acceso de estas a los servicios básicos de salud, educación, empleo y desarrollo en general.

Al culminar con los trabajos de rehabilitación de estas estructuras se llegó a la conclusión de que se cumplió con el objetivo general, ya que se realizó de acuerdo a lo establecido en la Normatividad de la SCT y del IMT, cumpliendo con todos los requisitos de estas dependencias, teniendo unas estructuras de características confiables para los usuarios y garantizando que no se harán reparaciones mayores sino hasta un tiempo mayor de 20 años.

Así mismo, se concluye que se cumple también satisfactoriamente con los objetivos particulares, el primero hace referencia a los puentes, tipos y elementos que los componen, para lo anterior se despejan todas las dudas en los capítulos 1 y 2 de este trabajo, los cuales describen la definición de puentes, historia, evolución, materiales de los que están contruidos, tipología, así como los elementos que los integran y sus funciones.

También se cumplen otros objetivos particulares los cuales hacen referencia al estricto control de calidad de los materiales y al equipamiento del personal para evitar incidentes durante el transcurso de la construcción de esta obra, el primero se cumplió con la colaboración de la empresa GISE S.A. de C.V., que se encargó de llevar a cabo las pruebas pertinentes para cumplir con la calidad de los materiales que se emplearon las cuales se llevaron a cabo con resultados satisfactorios, en el segundo objetivo particular se equipó todo el personal con las herramientas y accesorios de seguridad necesarios para laborar de forma

cómoda y evitando en todo el tiempo que se necesitó hasta la culminación de la misma, sin ningún incidente.

De acuerdo con la pregunta de investigación, ¿Cuál es la ventaja de utilizar Losacero como cimbra permanente en las losas? , se sabe que, previo a la toma de la decisión final, se investigaron las diferentes opciones y factores de resistencia y seguridad, haciendo una valoración, se optó por el empleo de Losacero como cimbra permanente, ya que las ventajas y beneficios, con respecto a otros métodos, fueron los siguientes: rapidez en la colocación y construcción de la losa debido a que llegan cortadas en tramos adecuados para su fácil instalación en el lugar y llenando conforme la estructura va siendo montada, eliminando el concepto de cimbrado y descimbrado, además de utilizarse esas áreas para el libre movimiento de materiales y maniobras, además de limpieza, en segundo lugar se tiene una mayor resistencia estructural debido a la combinación de la resistencia del acero-concreto, la especial forma y configuración de la lámina logra la perfecta unión mecánica del concreto con el acero logrando una notable relación capacidad de carga-peso muy ventajosa, como consecuencia se logra un elemento estructural horizontal muy resistente, además de ligero, ayudando a la reducción de dimensiones para elementos de cimentación en un importante porcentaje.

Otra ventaja encontrada fue la económica ya que existe un ahorro importante en volúmenes de concreto que pueden llegar hasta en un 33% en algunos casos, y reduciendo el tiempo de construcción hasta en un 50% , lo cual permite un ahorro importante en los conceptos relacionados a este, así como eliminar

completamente el concepto de cimbra, se encontró otra ventaja que es la efectividad ante fuerzas sísmicas ya que debido a su ligereza se logra una menor inercia en caso de presentarse sismos, igualmente importante es que actúa como diafragma de estructura horizontal transfiriendo las fuerzas a los demás elementos estructurales, gracias a estas características este sistema ha sido empleado en ciudades de alta intensidad sísmica ,en la construcción de nuevas edificaciones, por último, y no menos importante, el galvanizado le permite una larga vida útil de entre 20 a 55 años bajo cualquier condición ambiental, además de dar protección a la losa ante la corrosión del acero por agentes externos.

Finalmente se puede dar a conocer que la rehabilitación de estas 2 estructuras se llevó a cabo con un buen procedimiento constructivo, buen control de calidad y análisis de presupuesto, cumpliendo así con los requisitos solicitados tanto por la SCT Veracruz como por CAPUFE gerencia Chiapas, dejando en buen funcionamiento los Puentes Playas I y Playas II del camino directo Las Choapas-Raudales-Ocozocoautla, beneficiando a toda la región sureste del País y las comunidades de la zona, brindándoles una excelente y segura vía de comunicación a los usuarios de esta importante carretera.

## BIBLIOGRAFÍA.

Cabrera Martínez, Jorge (2005)

Estudio Aplicado de los Costes de la Prevención de Riesgos Laborales en Puentes de Hormigón.

Ed. Producción Científica UPC.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2006)

Metodología de la Investigación.

Ed. Mc Graw Hill. México.

Jurado Cabañes, Carlos (2013)

Puentes I. Evolución, Tipología, Cálculo y Construcción.

Ed. Autor-Editor.

Jurado Rojas, Yolanda. (2005)

Técnicas de Investigación Documental.

Ed. Thomson. México.

Mendieta Alatorre, Angeles (2005)

Métodos de Investigación y Manual Académico.

Ed. Porrúa, México.

Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (1974)

Manual de proyecto Geométrico de Puentes.

México.

Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2010)

Normativa para la Infraestructura del Transporte.

México.

Villarino Otero, Alberto (2010)

La Ingeniería Civil.

Escuela Politécnica Superior de Ávila.

## OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Bases de Licitación (SCT)

Programa Satelital Google Earth

//mapserver.sgm.gob.mx

//www.e-local.gob.mx

//www.geocities.com

//www.slideshare.net

[http://es.123rf.com/photo\\_14560148-el-pot-du-gard.html](http://es.123rf.com/photo_14560148-el-pot-du-gard.html)

<http://gobiernover.blogspot.mx/2010/08/puente-bicentenario.html>

<http://mezvn.blogspot.com/2006/07/26/puentes-canales>

<http://www.arquba.com>

<http://www.arte-historia.com>

<http://www.blogspot.mx/2010/0/el-gran-puente-de-tatara>

<http://www.contemporist.com/2009/02/03/Akkewind-Bridge>

<http://www.e-blog.gob.mx>

<http://www.es.wikipedia.org>

<http://www.infovisual.info>

<http://www.jmhdezhdez.com/2011/09/puente-del-tercer-milenio-zaragoza>

<http://www.minube.com/puente-25-de-abril-lisboa-portugal>

<http://www.mx.blog.com>

<http://www.nauticalnewstoday.com>

<http://www.pasapues.es.com>

<http://www.pondio.com/proyectos.php./puente-enlace-santiago>

<http://www.portalinca.com>

<http://www.puentemania.com7385>

<http://www.revistasección.com>

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/132/artigo760809-5.asp>

<http://www.rubenhernandezmartin.com>

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=43>

<http://www.unamenlinea.unam.mx>

[www.adif.es](http://www.adif.es)

[www.arqhys.com](http://www.arqhys.com)

[www.arquinauta.com](http://www.arquinauta.com)

[www.mexpresa.com](http://www.mexpresa.com)

[www.miliarium.com](http://www.miliarium.com)



**ANEXOS**

