ANTECEDENTES

La presente tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil ha sido realizada sobre el estudio de consultoría de un proyecto a ejecutarse denominado: estudios preliminares y diseños definitivos de la “Ampliación de los puentes 17 de Septiembre y los Chirijos” en la ciudad de Milagro. Este proyecto fue realizado como un trabajo profesional para el consultor Dr. Ing. Rafael Peso Z, el cual me autorizo el uso del mismo como tesis de grado para la obtención de mi titulo de Ingeniero Civil, al final de los antecedentes se encuentra una copia la certificación de mi participación en todos los trabajos del estudio otorgada por el consultor dirigida al Ing. Julio Rodríguez R., director de mi tesis de grado la misma que he denominado “Diseño de la Reconstrucción y ampliación del puente 17 de Septiembre en la ciudad de Milagro” debido a que solo he considerado uno de los dos puentes del estudio original.

Como residente en la ciudad de Milagro he podido sentir la necesidad de la ejecución de un proyecto que permita mejorar el tráfico tanto vehicular como peatonal en un punto tan conflictivo como lo es el Puente 17 de Septiembre sobre el río Milagro, siendo esta una necesidad de la que se han hecho eco los diferentes alcaldes y autoridades municipales pero solamente como promesas de campaña electoral dejando que el problema con el paso del tiempo, como consecuencia el crecimiento de la población y el parque automotor de la ciudad hagan en la actualidad de este proyecto una necesidad imperiosa de la ciudad.

Como estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y a manera de aporte ciudadano me sentí en la obligación de plantear una solución al grabe problema antes descrito, es por eso que solicite la autorización a los personeros municipales del periodo 2000 – 2004 para realizar un estudio pre-preliminar que permita determinar las condiciones actuales del puente que consistió básicamente en una evaluación funcional, estructural y ambiental del puente, la misma que fue realizada con el asesoramiento de profesionales de ingeniería Civil de la ciudad de milagro. Como resultado de este primer análisis se planteo la necesidad urgente de la reconstrucción y ampliación del puente, contando para ello con el beneplácito del alcalde de la ciudad el mismo que contrato los estudios preliminares y diseños definitivos de la “Ampliación de los puentes 17 de Septiembre y los Chirijos” haciendo de esta manera realidad un anhelo de la ciudadanía milagreña represado por muchos años.

La presente tesis de grado consta de las siguientes fases:

DIAGNÓSTICO.- Esta comprende la primera fase de la tesis; en esta fase se realiza una sinopsis histórica del puente además de los diagnósticos estructural, urbano, funcional y ambiental, dando como resultado de este diagnóstico la formulación de tres alternativas para solucionar el problema existente.

ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA.- Es esta fase se realizaron los estudios de ingeniería básica tales como estudios topográficos y geotécnicos para poder establecer las condiciones actuales del lugar y parámetros para los diseños definitivos, además se realizo el estudio estructural y consideraciones de riesgo sísmico de cada una de las alternativas planteadas en la fase de diagnóstico.

DISEÑO DEFINITIVO.- Esta constituye la ultima fase del proyecto en la cual una vez que seleccionada una de las alternativas planteadas se procede al diseño estructural de la misma, obteniendo como resultado los planos estructurales y arquitectónicos, también se desarrollo en esta fase las especificaciones técnicas de construcción, el proceso constructivo, el presupuesto con sus respectivos análisis de precios unitarios y el cronograma valorado de la obra.

CAPÍTULO 1

DIAGNÓSTICO

1.1 ANTECEDENTES

Con el propósito de mejorar el tránsito en un sector sumamente conflictivo en la parte central de la Ciudad de Milagro, se realizaron los Estudios preliminares y diseños definitivos para el proyecto de ampliación del puente "17 de Septiembre", en esta ciudad.

Se iniciaron los trabajos elaborando él diagnóstico de la situación actual del puente para identificar los problemas existentes y formular alternativas para su solución.

Situación Actual.

La ciudad de Milagro esta ubicada al Sur Oeste del país a una elevación promedio de los 10 m. sobre el nivel del mar, y se constituye la segunda ciudad a nivel poblacional y económico de la provincia del Guayas. La cruza el Río Milagro que forma parte de la cuenca hidrográfica del río Babahoyo situada a 40 Km. de la ciudad de Guayaquil, su principal fuente de desarrollo es la agricultura. Ocupa el primer lugar en la producción de azúcar. Aparte de los ingenios azucareros Milagro registra un limitado desarrollo industrial.

La ciudad esta dividida por el río Milagro en 2 sectores, el primero localizado a la margen derecha del Río Milagro conocida como Milagro Viejo y el situado al costado izquierdo denominado Milagro Nuevo. Los dos sectores están unidos por varios puentes, entre los cuales se encuentran el que motiva el presente estudio.

Las características del puente en estudio se las describe a continuación:

Puente 17 de Septiembre

Este puente es el más antiguo ya que fue construido en el año 1947 como un puente de un solo carril y se lo amplió en el año 1968. La estructura del puente consta de dos tableros, cada uno de 2 tramos con sus estribos, protecciones, y una pila central. El tablero más antiguo cuenta con ocho vigas de 16 metros de longitud, mientras que el otro cuenta con seis. En total, la estructura muestra una sección transversal de 13,12 metros distribuida como se indica en la Figura 1, y una longitud de 32 metros.

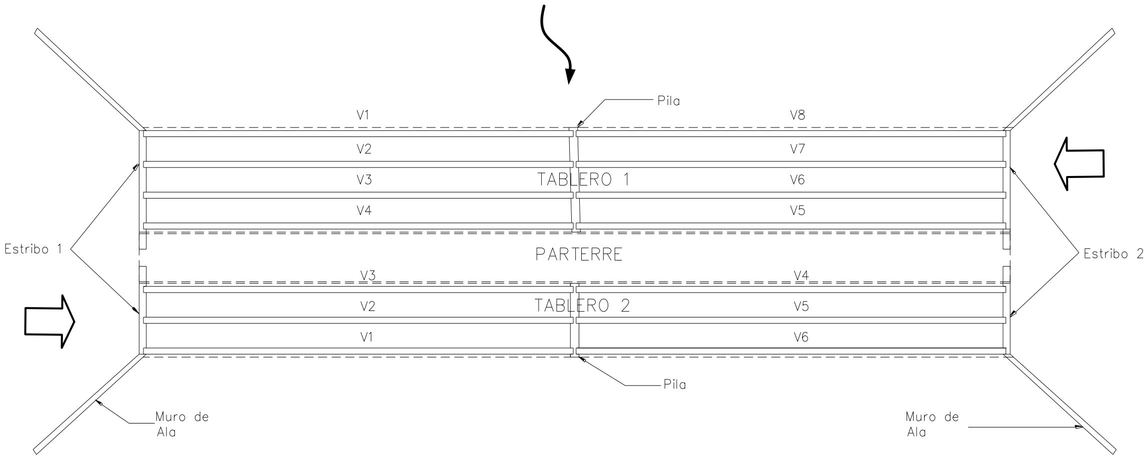


FIGURA 1. ESQUEMA DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

FIGURA 2. SECCIÓN TRANSVERSAL

El puente presenta problemas estructurales debido al mal estado en el que se encuentra y funcionales pues no satisfacen la demanda actual de vehículos y peatones, siendo estas las razones principales que motivan el presente estudio.

Objetivos.

El objetivo de los estudios es el de proporcionar a la Municipalidad de Milagro un estudio de Consultoría que permita la ampliación del puente construido sobre el Río Milagro a la altura de la avenida “17 de Septiembre”, de una manera segura que contemple el crecimiento de la demanda de tráfico vehicular y peatonal, para lograr que mejore el entorno funcional y urbanístico de la ciudad.

El proyecto esta dirigido a conseguir objetivos puntuales relacionados con el mejoramiento de la circulación vehicular de la zona, donde se producen grandes congestionamientos de tráfico en horas pico y una dificultad para el paso de peatones y carretillas por la estrechez del puente y de sus veredas.

Los objetivos específicos que se plantean se resumen en:

- Mejorar y optimizar el flujo vehicular, motorizado, no motorizado de la zona.
- Dimensionar en forma adecuada el proyecto y seleccionar la mejor opción desde los puntos de vista técnico y económico.
- Diseñar un proyecto arquitectónico con todas las características que permita a la Municipalidad ampliar el puente con elementos seguros, económicos y que marquen el nuevo esquema urbanístico de la ciudad.

Metodología.

El estudio fue dividido en dos fases que son: Fase 1: Diagnóstico y Fase 2: Diseño. El presente informe constituye la primera fase del estudio, el mismo que fue realizado siguiendo el esquema ilustrado en la Figura 3

Alcance del Trabajo.

En el ítem 1.2 se presenta una sinopsis histórica acerca del puente en estudio. En el ítem 1.3 se documenta el diagnóstico funcional del puente para determinar las condiciones de servicio en las que se encuentran. En el ítem 1.4 se incluye el diagnóstico estructural de los puente, mientras que, en el ítem 1.5 la evaluación urbana, y en el 1.6, el diagnóstico ambiental. En el ítem 1.7, se resumen los problemas identificados y se formulan las alternativas de solución, y las alternativas en cuanto a detalles arquitectónicos y geométricos del puente – alternativas que se ponen a consideración de las autoridades del Municipio de Milagro. Al final, en el ítem 1.8, se sintetizan las conclusiones y recomendaciones de esta fase del estudio.

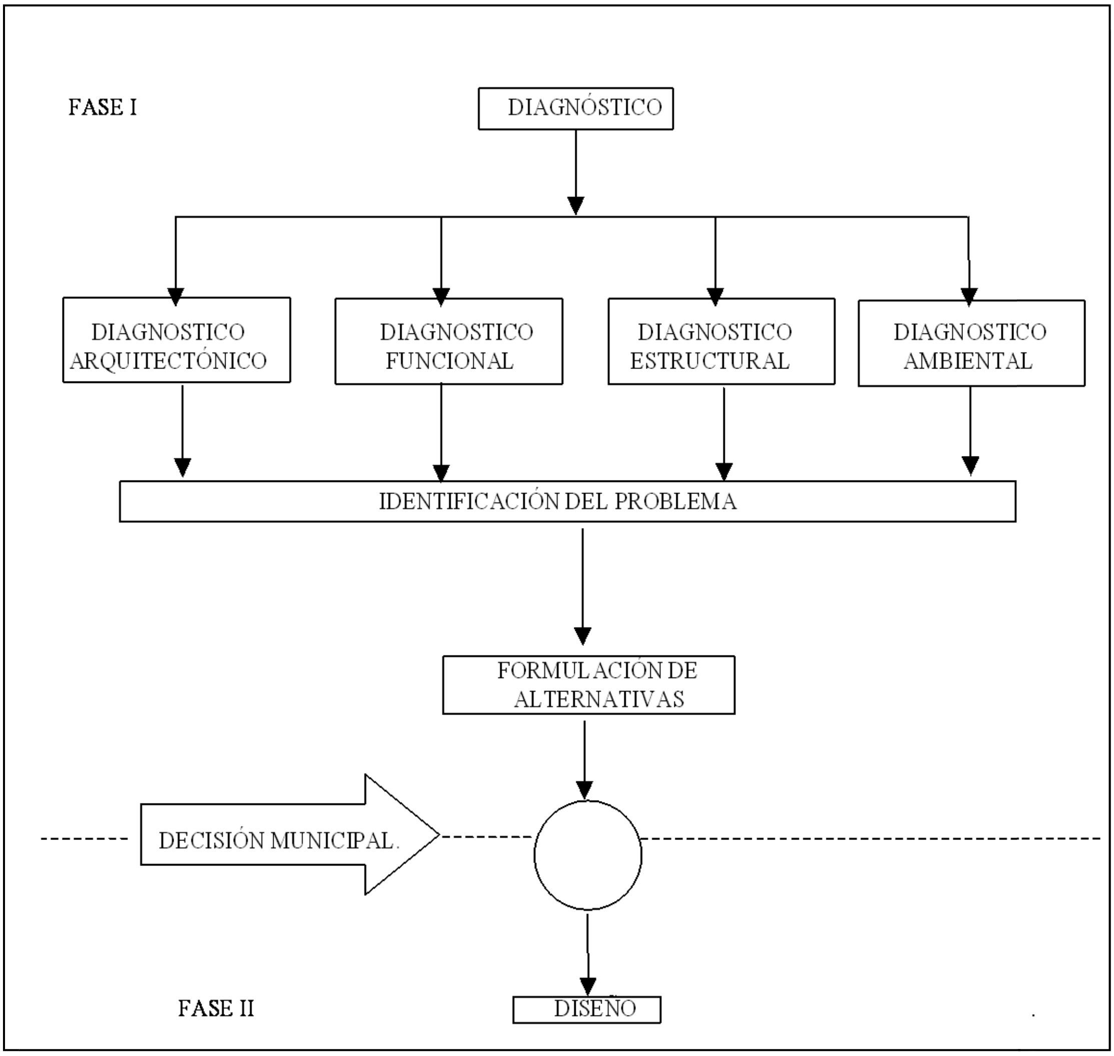


FIGURA 3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

1.2 SINOPSIS HISTÓRICA.

El presente ítem tiene por objeto proporcionar una breve reseña histórica acerca del puente 17 de Septiembre.

En el año de 1945 con el Sr. Manuel Antonio Andrade como presidente del concejo parroquial de Milagro se plantea la iniciativa de construir el primer puente de concreto sobre el río Milagro para de esta manera fomentar el desarrollo de la entonces parroquia Milagro.

La construcción del puente se volvió cada vez más necesaria, puesto que la empresa eléctrica y su planta generadora de energía de ese entonces se la construyó en la rivera sur del río mientras que la mayor cantidad de moradores estaban ubicados en la rivera norte del río, además para cruzar el río lo tenían que hacer mediante canoas o a través de peligrosos puentes peatonales de madera. A mediados del año 1947 el concejo municipal contrató la construcción del primer puente de hormigón sobre el Río Milagro a la altura de la calle 9 de Octubre (actualmente 17 de Septiembre), esta obra constituiría el inicio del crecimiento y progreso de la ciudad.

El Puente sobre el Río Milagro a la altura de la calle 9 de Octubre se terminó a finales del año 1948, este puente era de un solo carril debido al reducido numero de vehículos de ese entonces, además el paso por el puente no era gratuito puesto que el concejo parroquial cobraba una tasa por cruzar el puente, los fondos recaudados servían para el mantenimiento y limpieza del puente en época de invierno.

En las Figuras 4 a la 7 se muestran imágenes del proceso constructivo del puente 17 de Septiembre.

Este puente marcó un hito para el progreso de la ciudad, pero a medida que la población fue creciendo y con ella su parque automotor, sumándole a esto que Milagro se convirtió en paso obligado de gran cantidad de buses y camiones de carga, el puente existente no abastecía todos los requerimientos a los que estaba sometido, por lo que la Municipalidad de Milagro en conjunto con el Comité de Vialidad del Guayas en el año de 1964 planteo el proyecto para la ampliación del puente existente en la calle 17 de Septiembre y la construcción de un puente nuevo a la altura de la avenida " Los Chirijos".

La Sección ampliada del puente 17 de septiembre incluía un parterre central amplio que sirvió para unir la estructura vieja con la estructura nueva y también para permitir la circulación de peatones por el puente.

FIGURA 4. INICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

Fuente: Extraída del archivo de la Biblioteca Municipal.

FIGURA 5. VISTA DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE DURANTE SU CONSTRUCCIÓN (1947).

Fuente: Extraída del archivo de la Biblioteca Municipal.

FIGURA 6. VISTA DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE DURANTE SU CONSTRUCCIÓN (1947).

Fuente: Extraída del archivo de la Biblioteca Municipal.

FIGURA 7. VISTA DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE DURANTE SU CONSTRUCCIÓN (1947).

Fuente: Extraída del archivo de la Biblioteca Municipal.

1.3. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL

Introducción.-

En el presente ítem se describe el diagnóstico desde el punto de vista funcional del Puente 17 de Septiembre.

Este diagnóstico se realizo con sujeción a:

- Los Términos de Referencia de las Bases del contrato.
- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MOP.
- Normas de Diseño MOP-001-E.
- Normas Interinas de diseño de carreteras y puentes y especificaciones técnicas complementarias de construcción, CORPECUADOR 1999.

Objetivo del Diagnóstico.-

Este diagnóstico tiene como objetivo principal el determinar el nivel de servicio del puente, esto se lo realizo en función del analisis de datos obtenidos mediante el conteo de vehiculos, peatones y vehiculos no motorizados.

Colección de Datos.-

Para el presente estudio de tráfico se dispuso dos equipos colocados uno en cada lado del puente, para de esta manera establecer el volumen de vehiculos y peatones que utilizan el puente. El estudio se lo realizo durante los dias 30, 31 de mayo y 1, 2 de Junio del año 2002.

Durante este proceso tambien se llevo a acabo un inspección al sector donde esta ubicado el puente, de esta inspección se puedo establecer que la avenida no mantiene continuidad en cuanto a su ancho al momento de llegar al puente es decir se produce un cuello de botella como se ilustra en la Figura 8. Para el caso del puente 17 de Septiembre la avenida tiene un ancho de 22.79m y al llegar al puente se reduce a 13.3m.

FIGURA 8. ESQUEMA DE PROBLEMA FUNCIONAL.

Resultados.-

De los datos obtenidos en el estudio de tráfico se determinio el Tráfico promedio diario anual (TPDA) obetniendose los resultados ilustrados en la Tabla 1.

TABLA 1. VALORES DE TPDA DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

DIA	TPDA
JUEVES	11,892
VIERNES	12,428
SABADO	13,751
DOMINGO	8,657

Para el caso de los peatones,motos y vehiculos no motrizados se obtubieron los resultados ilustrados en la tabla 2.

TABLA 2. VOLUMEN DIARIO DE PEATONES, BICICLETAS, MOTOS Y CARRETAS.

DIA	PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE			
	PEATONES	BICICLETAS	MOTOS	CARRETAS
JUEVES	8732	4907	1779	690
VIERNES	10115	5224	1832	1041
SÁBADO	6600	4247	1703	931
DOMINGO	8520	4420	1406	670

Las Normas Interinas de diseño de carreteras y puentes y especificaciones técnicas complementarias de construcción, CORPECUADOR 1999, establecen que para valores de TPDA superiores de 8000 es necesario implementar cuatro carriles de circulación, estos valores generalmente se utilizan cuando se proyecta una vía o puente.

Los datos obtenidos en el estudio de tráfico del puente 17 de Septiembre se encuentran en el anexo 1.

1.4 DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL.-

Introducción.-

En el presente ítem se realiza el diagnóstico estructural del puente, con el objeto de establecer la situación en la que este se encuentra. Para elaborar este diagnóstico se realizaron inspecciones en el sitio y ensayos no destructivos en la estructura.

La evaluación estructural del puente se la realizo mediante un grupo de trabajo conformado por dos técnicos y un ayudante. El primer paso a seguir fue la evaluación visual de la estructura para determinar los problemas estructurales. Concluida la inspección visual, se prosiguió a realizar los ensayos no destructivos en cada uno de los elementos de la estructura del puente. El equipo utilizado para esta evaluación fue el siguiente: esclerómetro (previamente calibrado) y cámara fotográfica.

Posteriormente, en oficina, los datos obtenidos en campo fueron procesados para la elaboración del presente informe.

Resultados del diagnóstico Estructural del Puente 17 de Septiembre.-

En base a la inspección en campo se elaboró el esquema ilustrado en la Figura 9, el mismo que sirvió para ilustrar los resultados obtenidos.

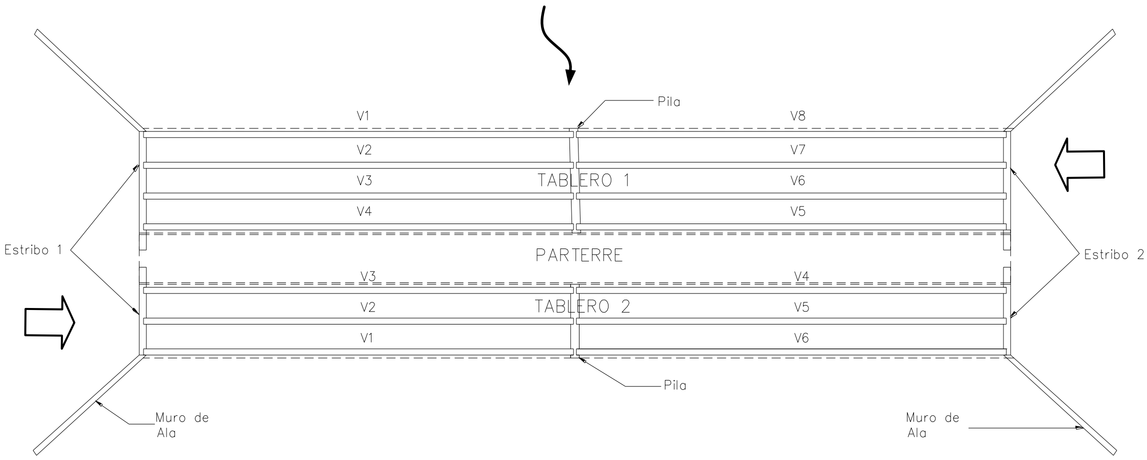


FIGURA 9. ESQUEMA DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

a) Revisión de la Losa del Tablero #1 (Sur-Norte).-

Se procedió a revisar minuciosamente la parte superficial de la losa, se observó que esta presenta grietas transversales en toda su longitud, distanciadas aproximadamente a 3 m. cada una, esto se lo ilustra en la Figura 11, además, presenta un hundimiento en el tramo central de aproximadamente h = 20 cm. con relación al parterre y al tablero No. 2, el mismo que esta afectando la estructura del puente como se indica en la Figura 10.

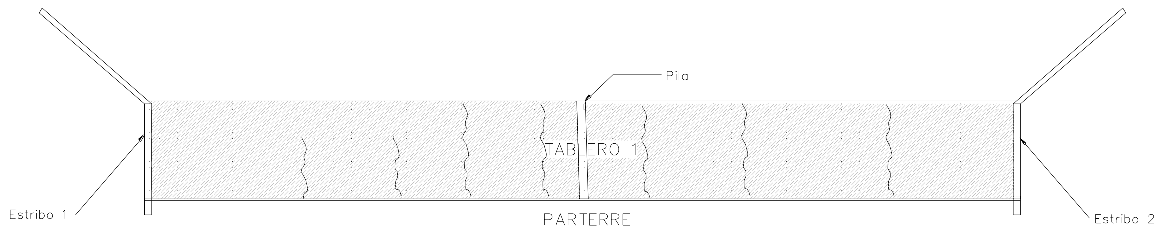


FIGURA 10. ESQUEMA DE TABLERO 1 DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

FIGURA 11. TABLERO #1 DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

b) Revisión de Vigas del Tablero #1 (Sur-Norte).-

- Viga V1.- Revisadas sus caras laterales e inferior, se observó que esta presenta despostillamiento de tal magnitud que llega al hierro de refuerzo el mismo que presenta un alto nivel de corrosión comprometiendo su capacidad para la cual fue diseñada, esto se lo ilustra en la Figura 12.
- Viga V2 a V8.- Revisadas sus caras laterales e inferior, se observó que presentan los mismos problemas que la viga V1.

c) Revisión de los apoyos de las vigas del tablero #1 (Sur-Norte).-

En los apoyos de estas vigas se observó que están presentando problemas de deformación en los neoprenos.

FIGURA 12. VIGA V1 DE TABLERO #1 DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

d) Revisión de Estribos del tablero #1 (Sur-Norte).-

Revisada sus caras superficiales se observó que estos no presentan ningún tipo de problema.

e) Revisión de Pila del tablero #1 (Sur-Norte).-

Revisada superficialmente sus caras se observó que hasta la cota que alcanza el nivel de agua del río, presenta desgaste en todas sus caras, lo que ha ocasionado que se pierda sección en la misma comprometiendo su estructura.

f) Revisión del la Losa del Tablero #2 (Norte- Sur).-

De la misma forma se procedió a revisar minuciosamente la parte superior de la losa, y se observó que esta no tiene ningún problema como se ilustra en Figura 13 y en la Figura 14.

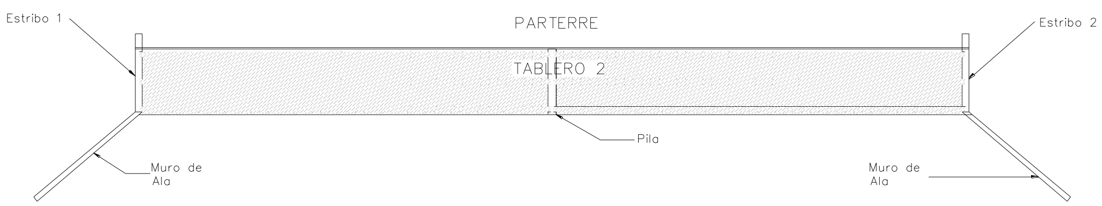


FIGURA 13. ESQUEMA DE TABLERO 2 DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

FIGURA 14. TABLERO #2 DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

g) Revisión de Vigas del Tablero #2 (Norte-Sur).-

- Viga V1.- Revisada sus caras laterales e inferiores, se observa que esta no presenta ningún tipo de problema.
- Viga V2 a V6.- En condiciones similares que la anterior, tampoco presenta problema.

h) Revisión de los Apoyos de las vigas del tablero #2 (Norte-Sur).-

Estos apoyos hasta el momento no presentan ningún tipo de problema.

i) Revisión de estribos del Tablero #2 (Norte-Sur).-

Revisada sus caras superficialmente se observó que no presentan ningún problema

j) Revisión de la Pila del Tablero #2 (Norte—Sur).-

De la misma forma revisada sus caras superficialmente se observó que hasta la cota que alcanza el nivel del agua del río, se está presentando desgastes, ocasionando que este perdiendo su sección.

Resultados de Ensayos no Destructivos en el Puente 17 de Septiembre.-

Para determinar la resistencia del hormigón de los elementos estructurales: estribos, pilas, vigas, losa del puente, se aplicó una prueba no destructiva para lo cual se realizaron ensayos esclerométricos conforme lo señala la norma ASTM C-805. En la Figura 15 se ilustra la forma como se realizaron los ensayos.

FIGURA 15. ENSAYO ESCLEROMÉTRICO EN VIGAS

En las Tablas 3 y 4 se ilustran los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

Elemento	Ubicación de prueba	Sector	Valores de golpes esclerometricos	Valor promedio	Resistencia aproximada Kg./cm2
Estribo 1	En el extremo del estribo	Cara exterior	3.6 – 3.8 – 3. 3 3.5 – 3.6 – 3.3 3.8 – 3.4 – 3.6	3.5	300
Estribo 2	En el extremo del estribo	Cara exterior	2.5 – 2.5 –2.2 2.5 – 2.2 – 2.9 2.1 – 2.1 – 2.8	2.4	210
Vigas Lateral V1	Cerca del apoyo hacia el estribo No. 1	Cara inferior	4.6 – 4.4 – 4.6 4.0 – 4.4 – 4.6	4.4	400

Losa	Parte central	Cara superior	2.5 – 2.4 – 2.0 2.5 – 2.0 2.4	2.3	180

TABLA 3. RESULTADOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN EL TABLERO 1 EL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

TABLA 4. RESULTADOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN EL TABLERO #2 DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

Elemento	**Ubicación de prueba**	**Sector**	**Valores de golpes esclerometricos**	**Valor promedio**	**Resistencia aproximada Kg./cm2**
Estribo 1	En el centro del estribo	Cara exterior	3.6 – 3.4 – 3.8 3.3 – 3.5 – 3.6	3.1	280
Estribo 2	En el extremo del estribo	Cara exterior	2.9 – 3.4 – 3.4 2.8 – 3.2 – 2.8	3.0	280
Vigas Lateral V1	Cerca del apoyo hacia el estribo No. 1	Cara inferior	4.4 – 4.2 – 4.0 4.6 – 4.0 4.4	4.2	380
Losa	Parte central	Cara superior	2.5 – 2.0 – 2.2 2.4 – 2.5 – 2.0	2.2	180

Los valores obtenidos en los ensayos esclerometricos realizados en los diferentes elementos estructurales: estribos, vigas, pilas, losas, son resultados de resistencias aproximadas del hormigón.

1.5 EVALUACIÓN URBANA

Introducción.

Esta sección documenta aspectos característicos de la ciudad de Milagro en torno a sus puentes y su identidad; también enfoca aspectos socioeconómicos, factores geográficos y su condición actual.

Diagnóstico Urbano.-

- La ciudad de Milagro se ha desarrollado a lo largo de ambas márgenes del Río Milagro. El trazado de la trama vial de la ciudad es perpendicular al río y bastante regular. (Figura. 16)
- Constituía en sus inicios como parte de la red vial, el sistema de ferrocarril. La línea del tren cruza el río y genera uno de los enlaces entre ambas riberas, posiblemente en su tiempo el más importante, pues además de ser un nexo dentro de la ciudad misma, la integraba al sistema vial nacional (Figura. 16).

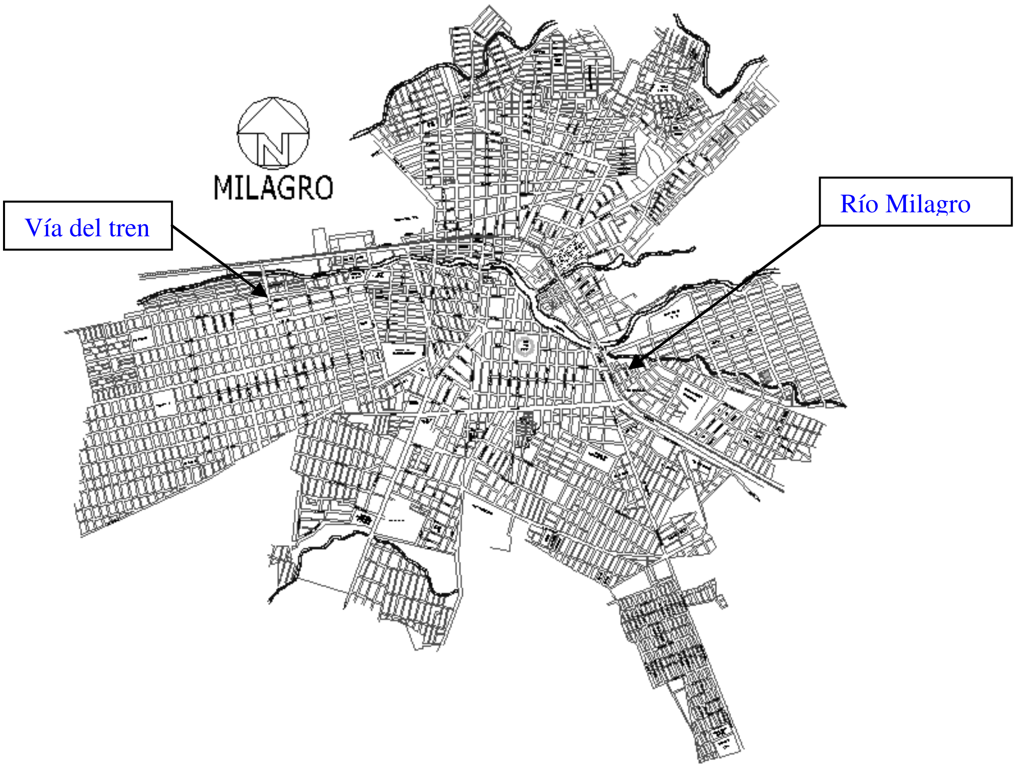


FIGURA. 16. PLANO GENERAL DE MILAGRO.

- La ciudad "antigua" (como la conoce la población), se despliega al norte y la ciudad "nueva", al sur.
- La ciudad antigua se genera, como clásicamente se desarrollaron las ciudades a través de la historia, alrededor de los centros religiosos, municipales, recreativos y comerciales. En el caso de Milagro, tenemos la Calle 17 de Septiembre como eje vial, al lado este, la Catedral, frente a ella el Parque Montalvo (siempre necesario desde el punto de vista urbano, para realzar la magnitud del principal edificio religioso de la

ciudad), ambas edificaciones contiguas al río. A unos metros del parque el Municipio y la estación del ferrocarril. (Figura 17.)

- Ambas zonas de la ciudad dependen mutuamente y la conexión entre sí es parte esencial de su desarrollo diario.

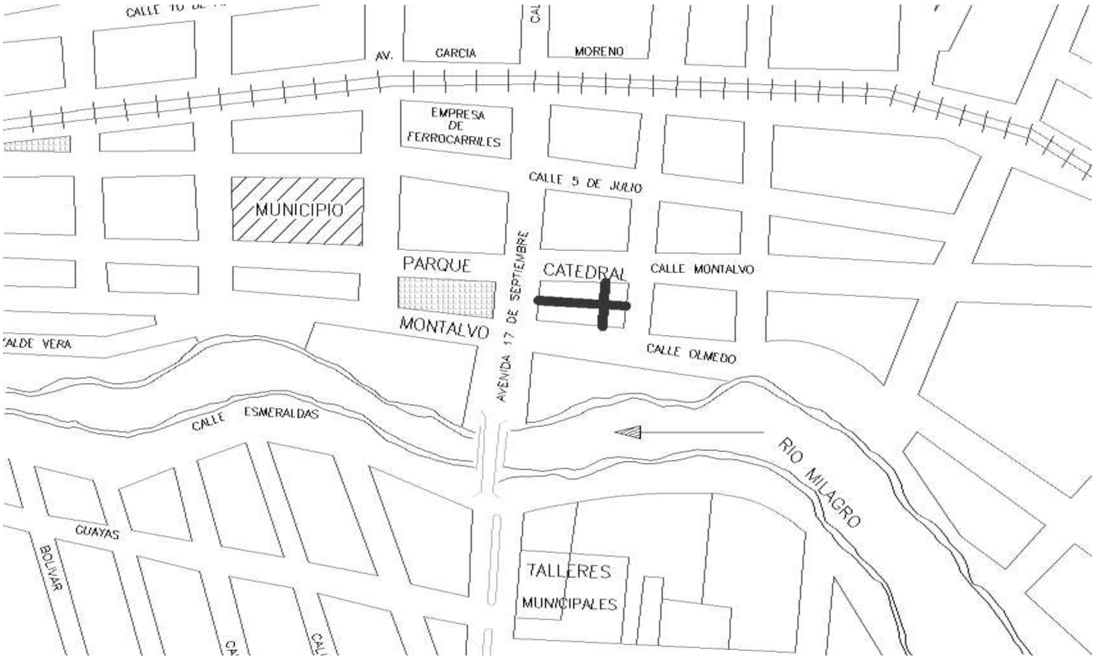


FIGURA. 17. IMPLANTACIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

Identidad.-

Los órdenes clásicos fueron traídos a la arquitectura y a las demás artes ecuatorianas por acaudaladas personas que tuvieron acceso a una educación en Europa. Es así como estos notables incursionaron con una ventaja en la vida de la comunidad. Tenemos a Juan Montalvo, cuyos escritos eruditos –con citas a los clásicos griegos- eran compresibles únicamente para un privilegiado estrato de la sociedad. Algunos de ellos tuvieron puestos de influencia política como Olmedo o Rocafuerte (en Guayaquil). Es comprensible entonces que en la arquitectura de aquellas ciudades, fundadas por europeos se justifique la restauración y conservación de ciertos patrones, pues sus primeras edificaciones fueron copia fiel de la arquitectura del viejo mundo, inicialmente sin un análisis formal (Ej. *El Barrio Las Peñas en Guayaquil*), pero cuyos diseños posteriores fueron prolijamente afinados por desconocidos arquitectos locales o extranjeros.

Otras ciudades, debido a un auge de producción agrícola, vieron a sus pobladores prosperar, a niveles tan inesperados que fueron capaces de trasladar fielmente el estado de la civilización europea de principios de siglo a los campos ecuatorianos, convirtiendo a poblaciones rurales como Vinces (Provincia de Los Ríos) en "*Paris chiquito".*

Milagro, es en cambio, una ciudad pujante y dinámica que se ha hecho paso a paso, sin saltarse etapas, cuya fisonomía es moderna, siempre influenciada por el desarrollo **contemporáneo** de su vecina Guayaquil (Figura. 18).

FIGURA 18. EDIFICACIONES JUNTO AL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

Análisis Socio – Económico.-

A continuación elabora una breve sinopsis de los factores sociales que se observan en la población y su despliegue cotidiano.

El crecimiento económico de la ciudad de Milagro se debe a la agricultura, principalmente al cultivo y procesamiento de la caña de azúcar. Los ingenios han sido su motor.

La industrialización requerida para la elaboración del azúcar ha propiciado la intervención técnica urbana, en este caso, de la ciudad de Guayaquil. Se produce pues en Milagro un convivir simultáneo de una población campesina, de poco acceso a la educación, de escaso poder adquisitivo, de costumbres rurales con un sector social ligado a la producción, perteneciente a un estrato social medio, medio-alto, netamente citadino, de elevados recursos económicos.

Se genera en las calles y en los puentes, un deambular paralelo de carretas, bicicletas, buses de transporte interprovincial, vehículos de lujo y peatones, convivencia que se produce de una manera tan natural y fluida que hace de Milagro un punto de especial interés urbano.

Sin embargo, producto de las diferencias socio-económicas, se enfrentan en Milagro, el esfuerzo de los personeros municipales (muchos de ellos educados en ciudades más grandes, e incluso originarios de otras ciudades) por otorgar a esta población una imagen urbana ordenada y pulcra, con la idiosincrasia de los habitantes, factor que hace muy complicado, no imposible, el logro de estos objetivos. De aquí que la regeneración urbana debe ir necesariamente apuntalada por una educación de la población en cuanto a la conservación y mantenimiento de las obras civiles que se construyan en beneficio de la imagen de la ciudad.

Factor Geográfico.

Procesos ambientales universales junto con la modificación por parte del hombre de la organización de la naturaleza (caminos, tala de árboles, obstrucción de canales naturales, etc.) ha ocasionado que en la actualidad los períodos invernales produzcan crecientes en los ríos del Ecuador muy superiores y más agresivos que los que originalmente se daban.

Con el Río Milagro sucede lo propio, aparentemente manso e inocuo en verano, crece y se desborda en invierno (Figura 19).

FIGURA 19. PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE SOBRE EL RÍO MILAGRO.

Milagro: Estado Actual.

A medida que la ciudad de Milagro ha ido creciendo en población, importancia agrícola y en extensión, ha precisado ampliar sus puentes. La construcción de los mismos se ha ido beneficiando de los adelantos técnicos en cuanto a materiales y cálculos estructurales. Pasaron de puentes de vigas de mangle, a puentes de hormigón armado, y otros con estructuras de acero.

La amenaza constante de la creciente del Río Milagro, producto de malas experiencias en inviernos anteriores, ocasionó que los diferentes contratistas que han intervenido en estas obras hayan optado por elevar el nivel de las calzadas de los puentes, produciendo un impacto importante en la fisonomía de las zonas aledañas. Se producen desniveles de tanta magnitud que ha sido necesario salvarlos con escalinatas y fuertes pendientes en los accesos (Figura.20).

La visual de la Catedral de Milagro desde la margen sur del río, algún día ángulo urbano referencial, se ve hoy parcialmente obstruida por la elevación del puente (Figura 20.).

El presente estudio se refiere al puente de la Avenida 17 de, razón por la cual la observación puntual se refiere exclusivamente a estos.

FIGURA 20. ESCALINATA JUNTO AL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

En el acceso al Puente de la Av. 17 de Septiembre la diferencia de nivel entre la calzada del puente y la de las vías contiguas es menor, de tal manera que el paseo junto al río cumple su función (Figura 21.)

El tratamiento de los desperdicios es también un problema crucial actualmente para la ciudad de Milagro. Producto de su acelerado desarrollo económico, ciertos aspectos se van quedando relegados. El río se ha convertido en un basurero alternativo mientras no exista otra solución a la vista (Figura 22).

FIGURA 21. MALECÓN JUNTO AL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

FIGURA 22. ACUMULACIÓN DE BASURA BAJO EL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

1.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.-

Introducción.-

En el presente ítem se establecen las condiciones ambientales que presenta en la actualidad del sitio en estudio para de esta forma poder establecer los problemas desde el punto de vista ambiental.

Generalidades.-

La evaluación de impacto ambiental es un proceso destinado a prever e informar sobre los efectos que un determinado proyecto puede ocasionar en el medio ambiente. En este sentido la evaluación de impacto ambiental se enmarca en un proceso más amplio, ligado enteramente a la toma de decisiones sobre la conveniencia o no de un proyecto concreto.

Ámbito del medio Afectado.-

Para el proyecto se estableció los siguientes ámbitos orientativos de acuerdo con los distintos elementos del medio:

- Social y Económico.
- Paisajismo.
- Ruido.

Aspecto Social y Económico

El puente presentan molestias para los moradores de la ciudad debido a la gran curva vertical que este posee reduce la visibilidad de los conductores, también hacen imposible que ciclistas transiten de manera adecuada por el, teniendo que obligadamente bajar de sus bicicletas y atravesar el puente caminando, caso contrario deben tomar un gran impulso para poder subir sin molestias, el mismo problema se presenta para los triciclos y carretas, a esto se le suma la estrechez de los parterres del puente impidiendo un flujo adecuado de peatones por los mismos obligando a los peatones a utilizar los carriles destinados para la circulación vehicular exponiendo de esta manera su vida.

Otro aspecto importante a mencionar es el hecho de que los moradores de la zona aledaña a los puentes utilizan el río como botadero de basura la misma que se estanca en la parte inferior de los puentes produciendo malos olores y contaminación dando un mal aspecto al sitio y de esta forma desmejorando la calidad de vida.

Paisajismo.-

Las especies vegetales existentes en las riveras del río en las cercanías del puente son casi nulas debido a que años atrás se talo todos los árboles que existían quedando únicamente maleza, desperdicios y basura.

Ruido.-

El ruido es un grave problema en la actualidad debido a los constantes congestionamientos vehiculares que se forman en el puente, el ruido producido por estos afecta la tranquilidad del sector.

1.7 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS.-

Antecedentes.

El presente ítem tiene como objeto exponer las posibles alternativas a los problemas que presenta el puente actualmente incluyéndose entre las alternativas planteadas la alternativa de "No hacer nada" cumpliendo de esta manera con los términos indicados en el contrato. De esta manera, se consideran las siguientes alternativas:

- Alternativa Cero: No hacer nada.
- Alternativa Uno: Ampliar el puente manteniendo la estructura existente.
- Alternativa Dos: Demolición, reconstrucción y ampliación del puente

Alternativa Cero: No Hacer Nada.

En el caso de que no se decida hacer ningún tipo de mejora en el puente se agravarán los problemas existentes, es decir la estructura podría presentar mayores problemas debido a la antigüedad de la misma y en el caso de que su estructura lograse resistir, otro grave problema que se presentará será que el puente que no cubre con la demanda de tráfico vehicular y de peatones, peor con la proyectada para los próximos años, esto ocasionará graves molestias a los pobladores de la ciudad. Por estas razones, se recomienda que la alternativa cero no sea considerada.

Alternativa Uno: Ampliar el Puente Existente.

Se entiende que esta alternativa era la inicial del Municipio; sin embargo de acuerdo al estudio de consultoría se determina que esta alternativa no es recomendable debido a que la estructura existente se encuentra en malas condiciones y fuera del periodo de diseño.

Alternativa Dos: Reconstrucción y Ampliación del Puente.

Esta alternativa sugiere la demolición del puente existente, reconstrucción y ampliación. Según el diagnóstico estructural, se concluye que se encuentran en condiciones deficientes. Desde el punto de vista funcional, no presentan un nivel de servicio adecuado para la demanda actual, mucho menos para la demanda futura. Desde el punto de vista ambiental y urbanístico, El puente merece mejores concepciones, por lo cual la demolición de la estructura existente es necesaria para dar paso a una estructura moderna diseñada en base a los códigos vigentes, con capacidad vial suficiente para soportar la demanda futura y con detalles arquitectónicos que reflejen la prosperidad de la ciudad de Milagro.

Determinación de Las Características Funcionales Y Arquitectónicas de Diseño.-

El Río.-

Sin la presión de recuperar elementos del pasado, lo único cierto en el desarrollo de la ciudad de Milagro ha sido su río. La presente propuesta tendrá como objetivo resaltar su importancia y devolverle la dignidad.

La Técnica.-

En base a los progresos en el diseño estructural, se propone aumentar la capacidad del puente sin utilizar elementos de mayor magnitud, sino más bien valiéndose de vigas pretensadas y piezas prefabricadas que agiliten el proceso constructivo y permitan reducir de manera sustancial la curvatura vertical que presenta el puente existente como se indica en el perfil longitudinal en el anexo 2 sin disminuir el gálibo del mismo.

Condiciones de Servicio.-

Con el propósito de cubrir la demanda vehicular y de peatones en los próximos 50 años la sección transversal que sugiere el presente estudio de consultoria para el puente es de 24,2 m. repartidas de la forma como se indica en la Figura 23.

La selección de la sección transversales indicada en la Figura 23 se la hizo con el objeto de cumplir las necesidades de la población proyectada para los próximos 50 años, para esto se consideró una tasa conservadora de crecimiento del 1,5% anual tanto para vehículos como para peatones; otro factor que influyó en la selección de las secciones propuestas fue evitar el cuello de botella que se forma en el acceso al puente manteniendo el ancho definido por las avenidas antes y después del puente.

La implantación propuesta para el puente 17 de Septiembre se presenta en la Figura 24.

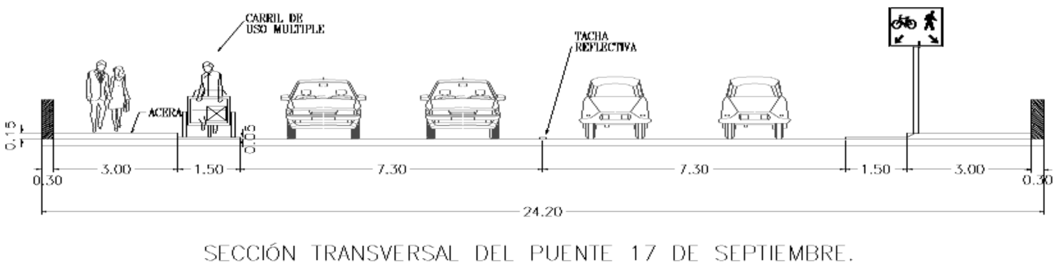


FIGURA 23. SECCIÓN TRANSVERSAL PROPUESTA.

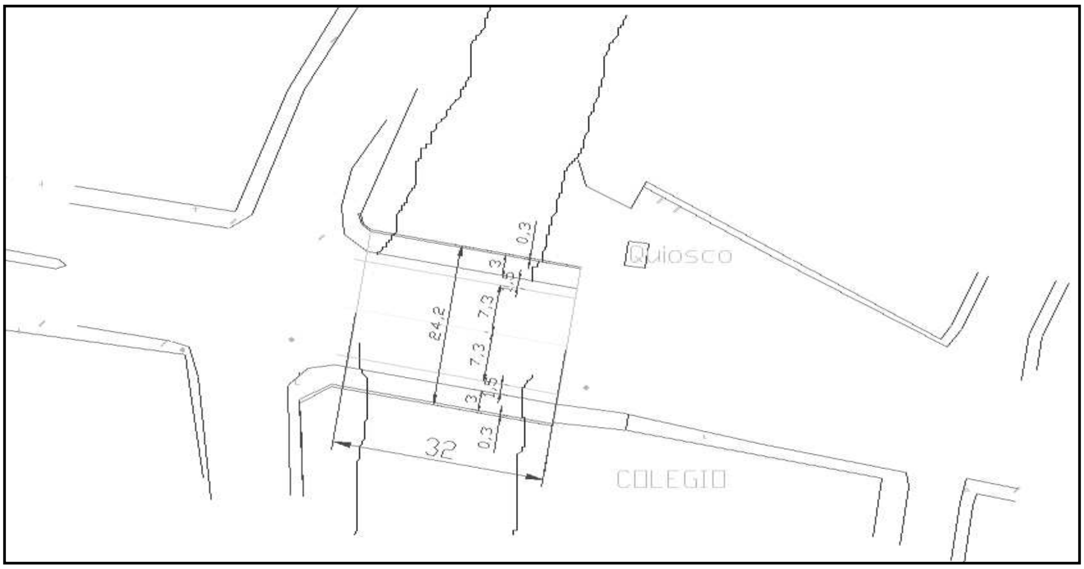


FIGURA 24. IMPLANTACIÓN PROPUESTA PARA EL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

Desarrollo de Alternativas para el Diseño de Barandas.-

Se procurará entonces para la construcción de las barandas sobre el nuevo puente, un diseño moderno, que no obstaculice la visual a lo largo de río. Se descarta de plano el tipo tradicional de viga de hormigón usada como baranda, pues su sección por mínima que sea, no deja de constituir un elemento pesado y no aporta en la arquitectura de la ciudad. Como alternativa se propone tubos de acero, en secciones tales que aseguren su soporte estructural, pues la idea es utilizar al máximo el dimensionamiento de fábrica de estos elementos.

El soporte deberá ser lo suficientemente resistente para sostener tres tubos y mantenerse firme sobre la losa del puente, manteniendo sus proporciones y respetando la sección que aconseja el Modulor* (*Modelo de proporciones elaborado por el arquitecto francés Le Corbusier), tal como se ilustra en la Figura. 25. cuya aplicación se recomienda.

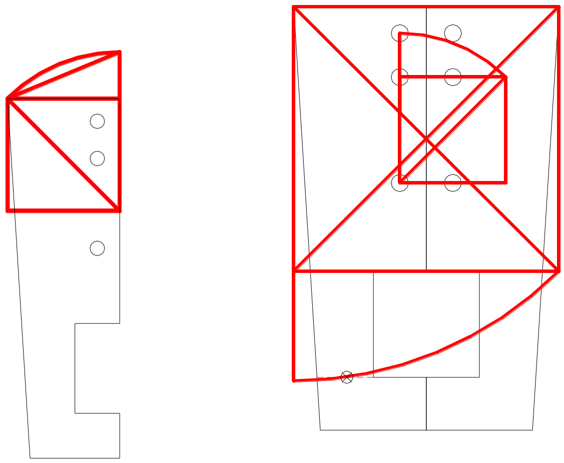


FIGURA. 25. MODELO PARA LOS ELEMENTOS DE SOPORTE

El elemento de soporte resulta muy estático, se busca dar un movimiento, una dinámica, por lo tanto se prolonga en base a la sección áurea uno de sus vértices y se logra una variación del mismo (Figura. 25).

En diseño puntual del elemento prefabricado, se planificará una muesca en la losa, cada distancia definida para su embone, y un método de aseguramiento en base a pernos de acero.

La iluminación.-

Los requerimientos de iluminación, según el ingeniero eléctrico del equipo consultor son:

- Mínimo dos puntos de iluminación.
- Altura máxima 9 metros.
- Intercalarlos para optimizar el uso de la energía eléctrica.

En el diseño arquitectónico influyen los factores técnicos pero no son condicionantes finales de tal forma que se opta por cinco puntos de iluminación, pues colocar únicamente dos daría una imagen de pobreza al diseño arquitectónico del puente.

La escala estará en proporción humana, pues no circulan únicamente vehículos por este puente, sino ciclistas y peatones. De tal forma que se opta por 4.50 m de altura para los postes de luz (figura 26.). Se descarta la sugerencia de intercalar los postes de alumbrado público pues producirían una sensación de desorden. Como una forma de realzar la importancia del río en la vida de la ciudad de Milagro, se propone iluminarlo desde el puente.

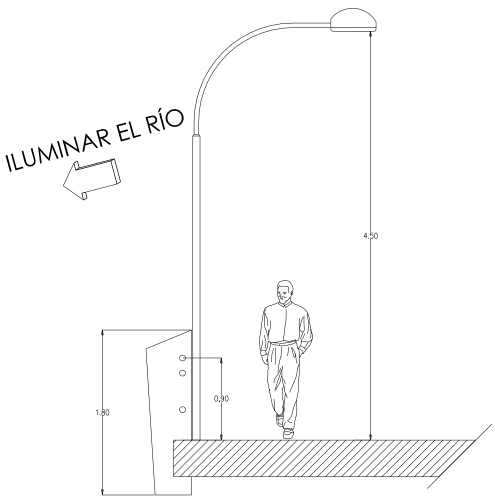


FIGURA 26. ESQUEMA BÁSICO DE LUMINARIA DEL PUENTE.

Esta nueva necesidad genera cuatro alternativas de detalles diseño para los postes de alumbrado, las mismas que se ilustran el la Figura 27.

a) Alternativa de Diseño de Poste #1.-

En base a la primera opción de soporte, se presenta esta variación de poste de hormigón prefabricado, que se acople al mismo y se prolongue dando protección al tubo de luz y permitiendo el ensamble de una lámpara dirigida al río. Esta propuesta tiene una debilidad formal, pues la disminución del poste de hormigón en su parte superior, puede provocar problemas de fragilidad para su producción en serie.

b) Alternativa de Diseño de Poste #2.-

Esta opción presenta un poste de luz sencillo, protegido por un elemento prefabricado de hormigón. La lámpara destinada a iluminar el río estaría sostenida al tubo por una estructura de acero inoxidable. A pesar de tratarse de una buena alternativa estética, presenta susceptibilidad al vandalismo y a los elementos (oxidación).

c) Alternativa de Diseño de Poste #3.-

La tercera propuesta, presenta un elemento estructural acoplado al soporte que presenta una sección más homogénea y por lo tanto de mejor resistencia

d) . Alternativa de Diseño de Poste #4.-

Como cuarta variante, se presenta una opción similar a la anterior, pero basada en el segundo soporte, lo que le da movimiento al diseño.

Teniendo como base el análisis de las fortalezas y debilidades de cada variación, se decidió desarrollar la alternativa de poste #3. El tubo de luz sería fijado mediante platinas y abrazaderas de acero. En la Figura 28, se puede observar el poste completamente armado y el área del mismo que podría ser pintada de algún color que identifique a la ciudad.

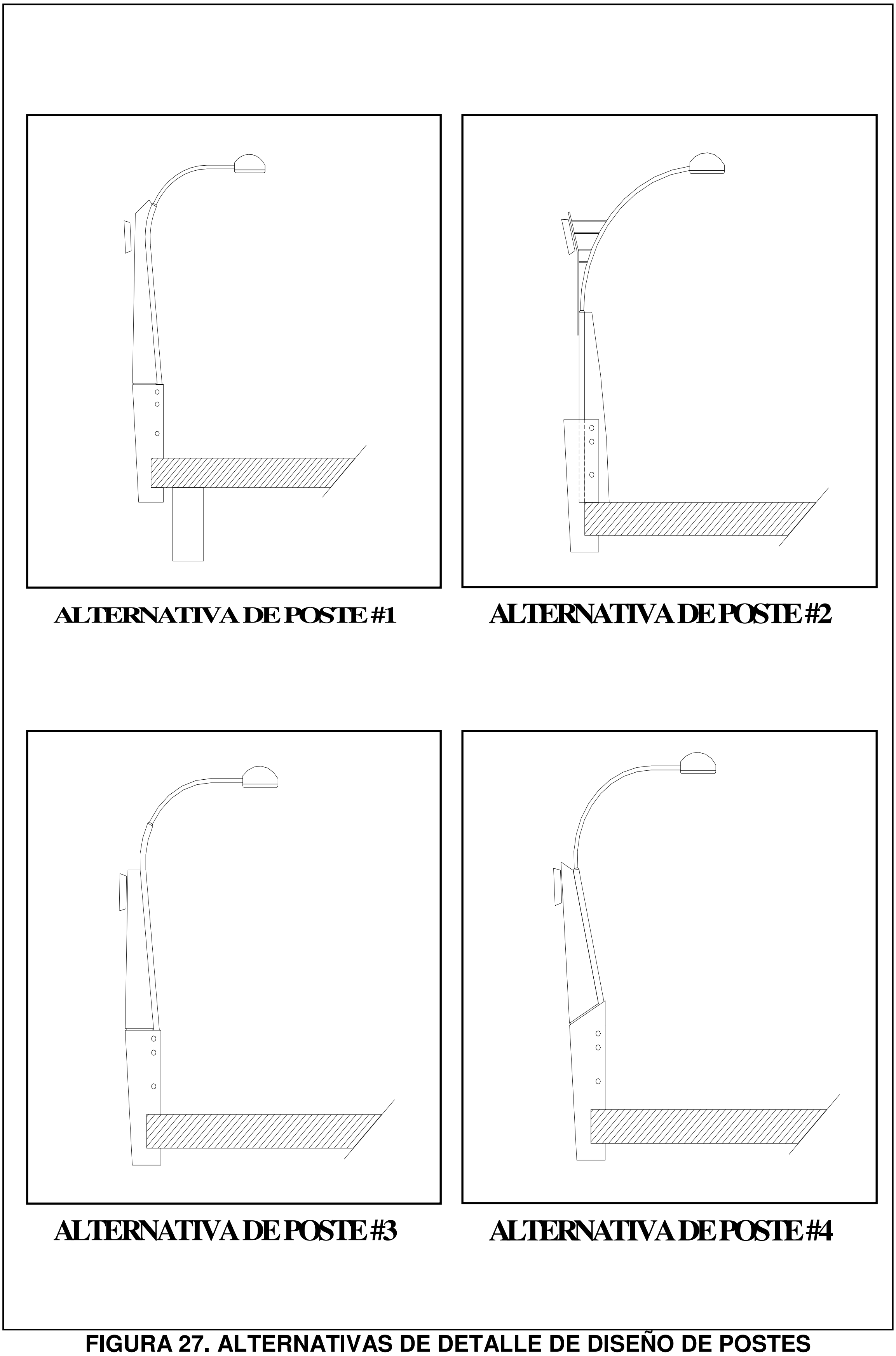


FIGURA 27. ALTERNATIVAS DE DETALLE DE DISEÑO DE POSTES

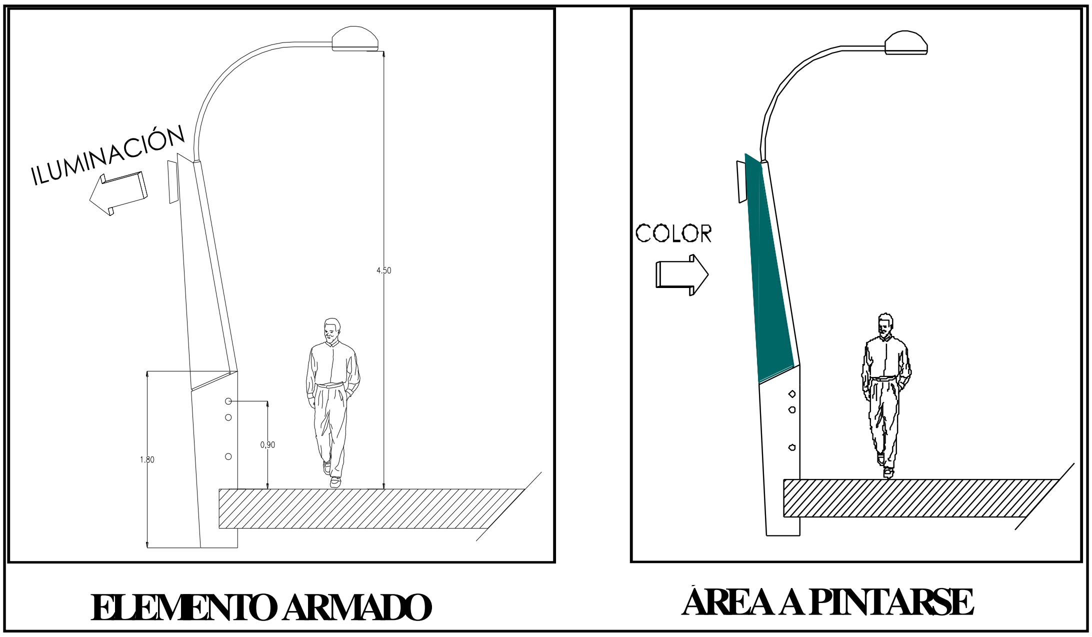


FIGURA 28. DISEÑO FINAL DE LUMINARIA PROPUESTA.

En la Figura 29, se presenta una perspectiva frontal básica y esquemática del puente incluyendo los detalles aquí tratados, y por medio de un fotomontaje, se ha buscado complementar la presente exposición (ver Figura 30).

Vale indicar además, que para la regeneración del Malecón del Río Milagro, se recomienda se utilice el mismo sistema de baranda.

Finalmente, se sugiere igualar los niveles de calzada y malecón para así poder vincular el paseo con la caminera del puente, dándole continuidad y rescatándola de su actual situación de basurero.

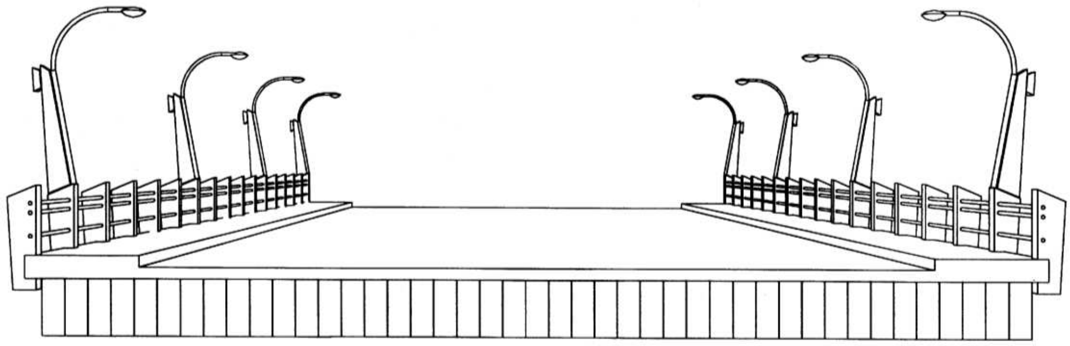


FIGURA 29. PERSPECTIVA FRONTAL BASE DEL PUENTE

FIGURA 30. FOTOMONTAJE

Elaboración de Otras Opciones Arquitectónicas.-

En la sección anterior, esta consultoría presentó la opción básica del diseño funcional del puente del estudio, incorporando ciertos detalles alternativos. La Figura 31. muestra la versión artística de la Opción básica. No obstante, a pedido de las autoridades de la Municipalidad, se elaboraron tres opciones arquitectónicas adicionales, las mismas que se describen a continuación y que se ponen a consideración.

Principios

Los recursos arquitectónicos deben utilizarse en la ciudad de Milagro con dos propósitos:

1. Cumplir una función.
2. Respaldar por medio de su vistosidad, la obra de la Alcaldía.

Con este criterio, se elaboraron varias opciones arquitectónicas de la parte superior del puente (barandas e iluminación) de manera tal, que presente un elemento innovador y apoye la labor de la Alcaldía en el verdadero propósito de este diseño, que es el reemplazo estructural del puente 17 de Septiembre de Milagro.

a. Opción Arquitectónica N.1

Esta opción presenta un diseño de mucho volumen. Se levantan nueve elementos livianos (estructura metálica revestida) que se alargan hacia el centro. La iluminación consiste básicamente en fibra óptica, pues se templan tres cables a todo lo largo del puente, en cada lado del mismo. Se separa la caminera peatonal de la ciclo vía, por medio de una baranda metálica, así como se separan los carriles vehiculares de ida y de vuelta con una barrera del tipo "Jersey". La Figura 32 presenta la perspectiva frontal de esta opción.

b. Opción Arquitectónica N.2

Esta opción trata de graficar el dinamismo y la productividad de la ciudad. Son elementos ondulados irregulares que se extienden a cada lado del puente, a modo de baranda, pero principalmente como elemento decorativo. Su construcción se aconseja en planchas y tubos metálicos. La barrera divisoria entre ciclo vía y peatones será también un elemento ondulante, construido con tubos metálicos. El color es importante en esta opción. Se propone el verde limón. La iluminación está dada por medio de postes con una base de hormigón cónica y brazo metálico también en color verde. La Figura 33. presenta la perspectiva frontal de esta opción.

c. Opción Arquitectónica N.3

Esta opción se levanta a modo de una pérgola para la caminera peatonal. La iluminación para la zona de vereda viene dada por medio de lámparas para intemperie, empotradas y protegidas colocadas en la parte superior de los elementos estructurales de este apergolado. Para dar iluminación a la vía vehicular, se ha diseñado postes dobles sujetados mediante platinas a la barrera divisoria tipo "Jersey". La Figura 34. presenta la perspectiva frontal de esta opción.

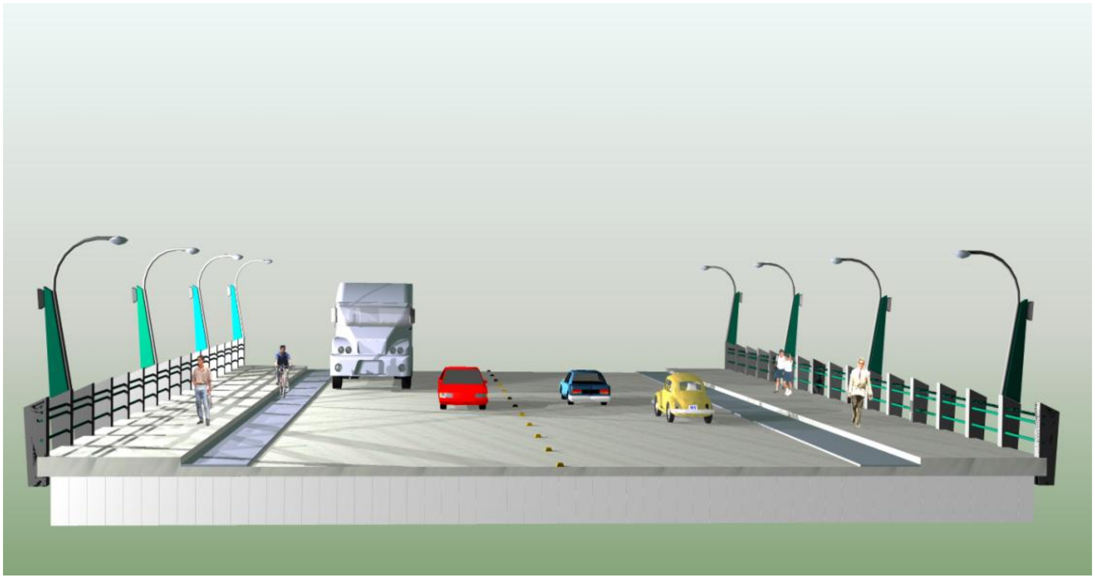


FIGURA 31. OPCIÓN ARQUITECTÓNICA BÁSICA

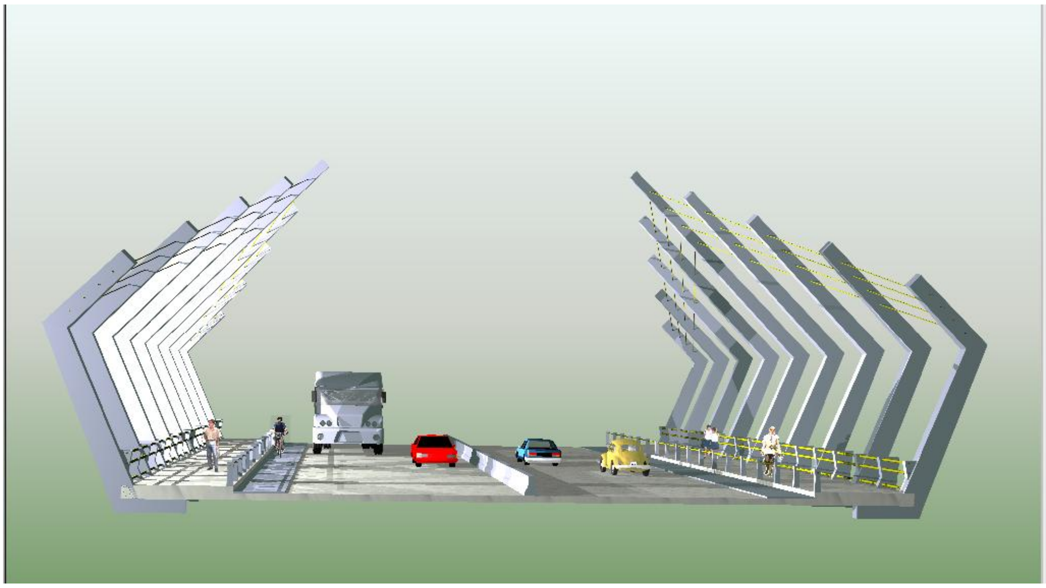


FIGURA 32. OPCIÓN ARQUITECTÓNICA No. 1.

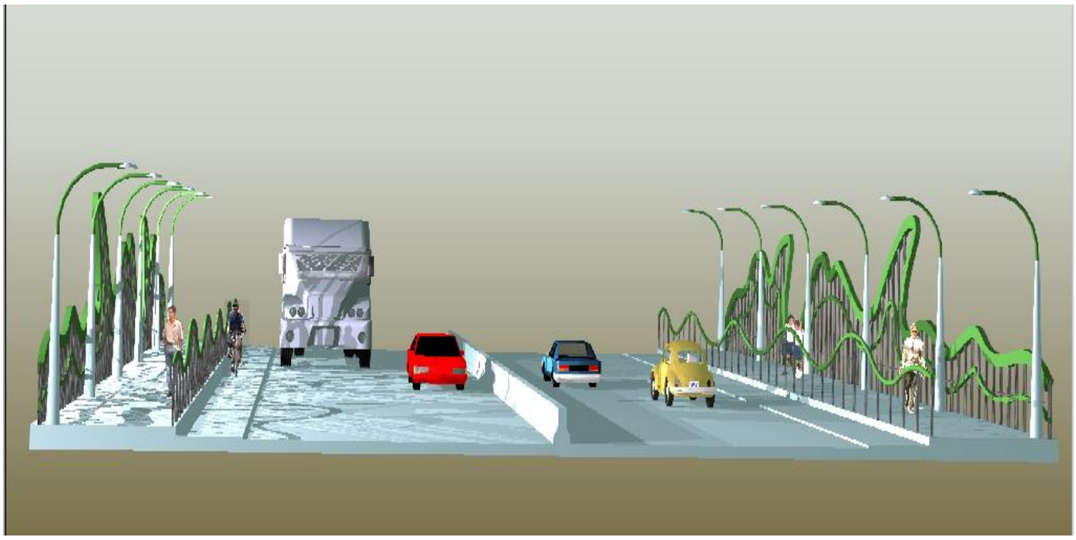


FIGURA 33.   OPCIÓN ARQUITECTÓNICA No. 2.

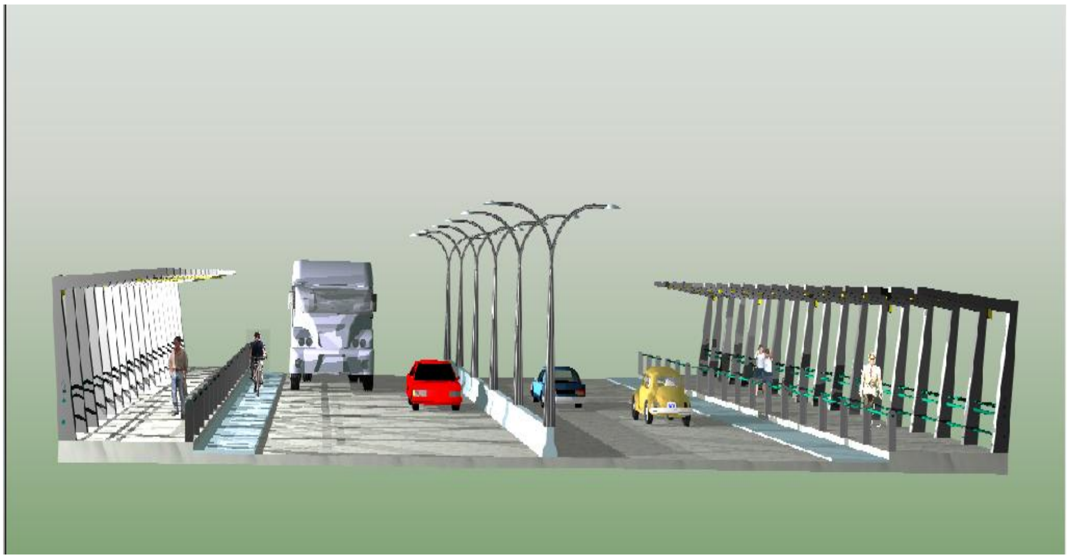


FIGURA 34. OPCIÓN ARQUITECTÓNICA No. 3.

Costos Referenciales

En base a los costos referenciales actualizados que tiene CORPECUADOR, que es la institución que se ha dedicado en los últimos años a demoler y reconstruir un gran número de puentes vetustos en el litoral Ecuatoriano, se determina que el precio unitario referencial por metro cuadrado para la Opción Arquitectónica Básica es de US$ 600.

Para la Opción Arquitectónica No. 1, que cuenta con un diseño espacial de la baranda muy especial, que implica un reforzamiento importante del tablero y cimentación para soportar los pesos adicionales de estos elementos decorativos, así como los costos de fibra óptica e iluminación especial, se estima un precio unitario referencial por metro cuadrado de US$ 800. En cambio, para las Opciones Arquitectónicas No. 2 y No. 3, se estima una variante de la opción básica incrementada por el costo de fabricación y colocación de los elementos decorativos correspondientes; esto es, US$ 650 y US$ 700 por metro cuadrado de tablero de puente, respectivamente.

De esta manera, se presenta, en forma referencial y muy preliminar en la Tabla 5., los costos estimados para las distintas opciones arquitectónicas desarrolladas para consideración y pronunciamiento de las autoridades del M. Ilustre Municipio de Milagro. Obviamente, se recalca que, una vez que se tenga el pronunciamiento de las autoridades, esta consultoría realizará todos los diseños estructurales y arquitectónicos respectivos, a detalle, los que permitirán elaborar en una forma mucho más precisa y detallada los precios unitarios de los rubros y los costos de construcción de la opción seleccionada.

TABLA 5. COSTOS REFERENCIALES DE LAS OPCIONES ARQUITECTÓNICAS DESARROLLADAS PARA EL PUENTE EN ESTUDIO.

DESCRIPCIÓN	PRECIO ESTIMADO (US$)
Precio Referencial Opción base (US$)	464.640
Precio Referencial Opción No. 1 (US$)	619.520
Precio Referencial Opción No. 2 (US$)	503.360
Precio Referencial Opción No. 3 (US$)	542.080

1.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

- En función de los resultados obtenidos en el estudio vial los valore de TPDA del puente superan los 8000, por lo que es inminente su ampliación para poder solucionar los problemas de tráfico vehicular que se presentan.

- El area de circulación para peatones no abastece la demanda de los mismos por lo que es necesario ampliar el área para la circulación.

- De acuerdo con la inspección realizada en el puente 17 de Septiembre, de cuyos resultados se observa el agrietamiento de la losa en toda su magnitud, el hundimiento en el tramo central de la misma, la baja resistencia del hormigón y el deterioro en cada una de sus vigas: V1 a V8 del tablero 1 del puente, que tiene como circulación sur – norte. Se determina que se debe realizar la reconstrucción total del mismo.

- Se justifica el interés de las autoridades de la ciudad por reemplazar el actual puente de la Avenida 17 de Septiembre.

- Las alternativas que se presenten deberán tener como meta solucionar tanto la parte técnica: sección de la calzada del puente acorde con el flujo vehicular actual y proyectado, número de carriles, diseño de carriles peatonales, etc.; como las situaciones paralelas que se derivan de la construcción de este tipo de obras, tal como se ha enumerado anteriormente.

- Cualquier proyecto que se inicie deberá ir apoyado necesariamente de un instructivo para la educación ciudadana y una campaña cívica intensa.

- Debido a los problemas que en la actualidad ocasiona la pronunciada curva vertical que posee el puente es necesario reducirla para aumentar la visibilidad y evitar problemas para ciclistas y demás usuarios.

- Es necesario el incremento del área de circulación peatonal para que estos transiten libremente sin necesidad de utilizar carriles vehiculares.

- Implementar un programa para la recuperación del Río Milagro, devolviéndole de esta manera la jerarquía que este se merece.

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA.

2.1 INTRODUCCIÓN.-

Con el propósito de establecer las condiciones actuales del sector en estudio en el presente informe se presentan los estudios de ingeniería básica.

En esta fase del estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Establecer las condiciones actuales de ingeniería básica del puente “17 de Septiembre”, para esto se realizaron estudios topográficos, estudios geotécnicos y un análisis de las consideraciones estructurales y sísmicas del puente existente.
- Determinar la mejor opción para solucionar los problemas que se presentan en el puente.

Alcance del Trabajo.-

En el ítem 2.2 se detalla los estudios topográficos, en el ítem 2.3 se presenta el estudio geotécnico del puente, en el ítem 2.4 se presenta las consideraciones estructurales y de riesgo sísmico y finalmente en el ítem 2.5 se presenta las conclusiones y recomendaciones

2.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.-

En cumplimiento con los términos de referencia del contrato, se realizó la topografía de los sectores de estudio, la misma que consiste en la planimetría y altimetría del puente 17 de septiembre. Esta labor fue ejecutada durante los días 20, 21 y 22 de mayo del año 2002.

El equipo utilizado en este estudio fue: un teodolito Wild–T16, cinta métrica y un GPS Magellan 315.

Metodología de Trabajo.-

Para la elaboración de los estudios topográficos del puente 17 de septiembre se realizó el levantamiento taquimétrico, con el equipo antes mencionado, como se describe a continuación:

Previo a realizar el levantamiento topográfico del puente y sectores aledaños a este se procedió a definir las estaciones de trabajo, 6 en total, para esto en cada estación se colocaron clavos de acero inoxidable. Terminado este proceso, se ubicaron puntos de referencia con coordenadas geográficas (UTM), registrando los datos por medio del uso de un GPS modelo Magellan 315. Posteriormente, se procedió a realizar el levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico) cuyo resultado, puesto en una versión AutoCad, se presenta en la Plano Topográfico 1. El levantamiento topográfico se lo realizó de sur a norte considerándose como la abscisa 0+000 la prolongación del bordillo de la calle Azoguez y tomando el parterre como eje de la vía. Como resultado de este levantamiento se obtuvieron 166 puntos. La Figura 35 muestra una vista durante la ejecución de los trabajos.

Se adjunta en el Anexo 2.1, las copias de las libretas de campo utilizadas en el levantamiento topográfico.

FIGURA 35. VISTA DURANTE EL PROCESO DE EJECUCIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

Como resultado del levantamiento topográfico realizado se obtuvieron los planos topográficos que se encuentran en el anexo 2.

2.3 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.-

El presente estudio tiene como objetivo establecer las características físico-mecánicas generales de los depósitos geológicos, sobre los cuales se apoyan la cimentación del puente 17 de Septiembre que cruza el río Milagro, en la ciudad de Milagro, Provincia del Guayas.

Para el estudio geotécnico se realizaron trabajos de campo y trabajos de oficina para cada puente como se describe a continuación:

Trabajos de Campo.-

La prospección e investigación subterránea del área de implantación del puente, se la realizo en forma directa, mediante la ejecución de dos sondajes mecánicos en sitios próximos a la ubicación de los estribos existentes del puente, con la ubicación que se indica en la Figura 36.

Este procedimiento de investigación ejecutado por la Compañía Asesoría y Estudios Técnicos A.E.T de Guayaquil, consistió en realizar los sondajes mecánicos, uno en cada margen utilizando una maquina perforadora de tipo Podge-Acker- Hillbilli, con la cual previamente se limpiaba el pozo hasta la cota en que se realizaba el ensayo de Penetración Estándar SPT y la toma de muestras para realizar los ensayos de laboratorio, información necesaria con la cual se puede establecer el tipo de suelo, el espesor de los estratos del deposito estudiado y por correlaciones técnicas, varios y diferentes parámetros necesarios para el diseño de las cimentaciones de los estribos de las ampliaciones del puente en estudio, cuyos resultados se indican en el Anexo 3.

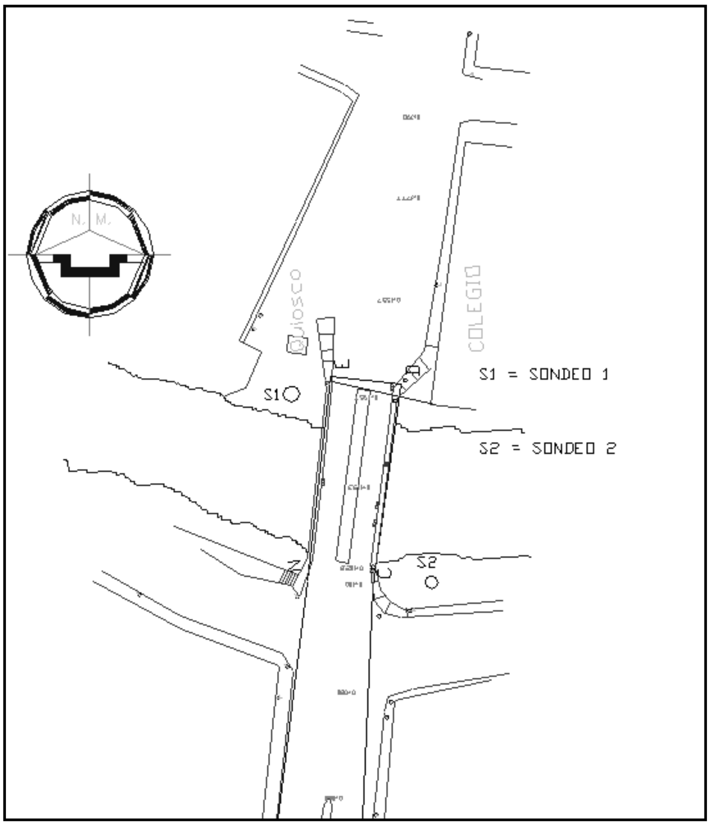


FIGURA 36. UBICACIÓN DE SONDAJES EN EL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

Trabajos de Gabinete.-

En esta etapa se realizo el análisis en laboratorio de las muestras extraídas en los sondajes, con los resultados que se indican en el Anexo 3 y la interpretación de toda la información recolectada en el campo, a fin de estimar los parámetros necesarios para dar cumplimiento al objetivo del estudio.

Análisis.-

De la interpretación de la información obtenida con la ejecución de los sondajes, podemos establecer la siguiente información:

a) Margen Derecho (Sondaje No 1).

El registro de perforación del Anexo 3, nos indica que el deposito de suelo hasta la profundidad estudiada, esta conformado por estrato aproximadamente 10 m de arena limosa compacta con un grado de compacidad GC = 0.45, un ángulo de rozamiento interno de 35 grados y una capacidad de carga promedio de 1.6 kg/cm2, que descansa sobre otro estrato de arena muy densa con un grado de compacidad mayor que 0.8, un ángulo de rozamiento interno mayor a 45 grados y una capacidad de carga promedio de 5.0 kg/cm2.

b) Margen Izquierda (Sondaje No 2).

De igual manera el registro de perforación del Anexo 3, nos indica que hasta la profundidad estudiada existe un estrato de arena limosa o arcillosa compacta de 12.5 m de espesor, con grado de compacidad GC = 0.4, un ángulo de rozamiento interno de 35 grados y una capacidad de carga promedio de 1.1 kg/cm2 , que descansa sobre un estrato de arena muy densa con un grado de compacidad GC > 0.8 , un ángulo de rozamiento interno de 45 grados y una capacidad de carga promedio de 5.2 kg/cm2.

El nivel freático se encuentra a una profundidad promedio de 3 m desde el nivel del terreno natural , en ambos sondajes.

2.4 CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES Y DE RIESGO SÍSMICO.-

Antecedentes.-

El presente capítulo tiene como objeto determinar las características de los elementos estructurales del puente, las condiciones de diseño de los mismos, así como plantear las posibles opciones que se tiene para realizar los diseños de ampliación.

A continuación, se detallan aspectos del diseño de puentes vigentes en el país, en cuanto a cargas vivas y riesgo sísmico.

Aspectos de Diseño Vigentes – Cargas Vivas.-

El MOP ha detectado que los camiones que transitan por las carreteras del país, van con un elevado exceso de carga, que aún no ha sido cuantificado. Para el efecto, está implementando un programa de pesaje en varios puntos de la red estatal. Según los funcionarios del MOP, la implementación se iniciaría a partir del 1 de Julio del 2002.

En función de la solicitud de la Federación Nacional de Transporte Pesado, el señor Ministro de Obras Públicas amplió la capacidad de carga de los vehículos tipo 3S3 de 48 a 52 toneladas de peso bruto y longitud de 19 metros. Las Tablas 6 y 7 muestran el diagrama de las cargas, pesos y longitudes actualmente permitidas en el país – las mismas que son superiores en un **40%** a las que se permitían o existían en el país hace más de 60 años. Hoy, el MOP exige que los puentes nuevos se diseñen, por lo menos, considerando estas cargas.

TABLA 6. DIAGRAMA DE LAS CARGAS PERMISIBLES

MINISTERIO DE OBRAS PUBICAS DEL ECUADOR
DIRECCION DE MANTENIMIENTO VIAL
Departamento de Pesos, Medidas y Peaje

CUADRO DEMOSTRATIVO DE PESO BRUTO VEHICULAR Y LONGITUDES MAXIMAS PERMISIBLES
" VIGENCIA TRANSITORIA "

TIPO	DESCRIPCION	PESOS MAXIMOS PERMITIDOS (KILOGRAMOS)					LONGITUDES MAXS. PERMITIDAS (METROS)		
		EJE DELAN-TERO	EJE POSTERIOR			TOTAL	LARGO	ANCHO	ALTO
			CAMION Y/O TRACTOCAMIO	REMOLQUE DELANTERO	SEMIREMOLQ POSTERIOR				
2DA	CAMION DE 2 EJES MEDIANOS	3,000	7,000	-	-	10,000	7.50	2.60	3.50
2DB	CAMION DE 2 EJES GRANDES	8,000	12,000	-	-	20,000	12.00	2.60	4.10
3-A	CAMION DE 3 EJES (TANDEM POSTERIOR)	8,000	22,000	-	-	30,000	12.20	2.60	4.10
4-C	CAMION DE 4 EJES (TRIDEM POSTERIOR)	6,000	24,000	-	-	30,000	12.20	2.60	4.10
2 S 1	TRACTO CAMION DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	6,000	12,000	-	12,000	30,000	18.50	2.60	4.10
2 S 2	TRACTO CAMION DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	6,000	12,000	-	20,000	38,000	18.50	2.60	4.10
3 S 1	TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	6,000	20,000	-	12,000	38,000	18.50	2.60	4.10
3 S 2	TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	8,000	20,000	-	20,000	48,000	18.50	2.60	4.10
3 S 3	TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	8,000	20,000	-	24,000	52,000	18.50	2.60	4.10
2 R 2	CAMION REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	6,000	12,000	12,000	12,000	39,000	18.50	2.60	4.10
2 R 3	CAMION REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	6,000	12,000	12,000	20,000	48,000	18.50	2.60	4.10
3 R 2	CAMION REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	6,000	20,000	12,000	12,000	48,000	18.50	2.60	4.10
3 R 3	CAMION REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	6,000	20,000	12,000	20,000	48,000	18.50	2.60	4.10
OCTOPUS	CAMION CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR	12,000	20,000	-	-	30,000	12.00	2.60	4.10

NOTAS:
- Para Vehículos Combinados o Traylers la suma del peso por ejes no es igual al Peso Bruto Vehicular permitido, este se rige por la norma técnica para puentes AASHTO HS 2044.
- LONGITUD MAXIMA PARA TRACTO CAMIONES O CABEZALES => 8.50 m.
- LONGITUD MAXIMA PARA SEMIREMOLQUES => 9 m. para 1 Eje / 12.50 m. para 2 Ejes y 13.00 m. para 3 Ejes.
- LONGITUD MAXIMA PARA REMOLQUES => 10 m.

CUADRO N° 2 TIPO-VEH.XLS

Fuente: Dirección de Mantenimiento, MOP, 2001.

TABLA 7. CUADRO DE PESOS Y LONGITUDES PERMISIBLES

Fuente: Dirección de Mantenimiento, MOP, 2001.

Aspectos de Diseño Vigentes – Cargas Sísmicas.-

Las Normas de Diseño de Carreteras y Puentes vigentes en el Ecuador plantean en cuanto a cargas sísmicas que se tomen en consideración en el diseño lo siguiente: (1) zonificación sísmica, (2) Espectro Elástico, y (3) tipo de Suelo.

La norma indica que se consideren zonas de aceleración sísmica (ver Figura 4.1), la misma que contiene los coeficientes de aceleración horizontal máximo del terreno en roca expresados como una fracción de la aceleración de la gravedad. Además, ordena que se diseñe para una vida útil del puente de 50 años con un período de retorno de 475 años y una probabilidad de excedencia del 10%.

También explica que, para el diseño de aquellas estructuras que se encuentren muy cerca de una falla activa, o donde se esperen duraciones largas de terremotos y amplificaciones generadas por accidentes topográficos, licuefacción de arenas, y donde la importancia de la obra es tal que amerite consideraciones especiales, se recomienda al diseñador realizar estudios específicos y profundos de peligrosidad sísmica.

Para el caso del puente del estudio y siguiendo el mapa de zonificación sísmica de las normas de CORPECUADOR de la figura 37, Milagro se encuentra en la Zona Sísmica 3, la misma que exige que se diseñe con una aceleración **0,25g.**

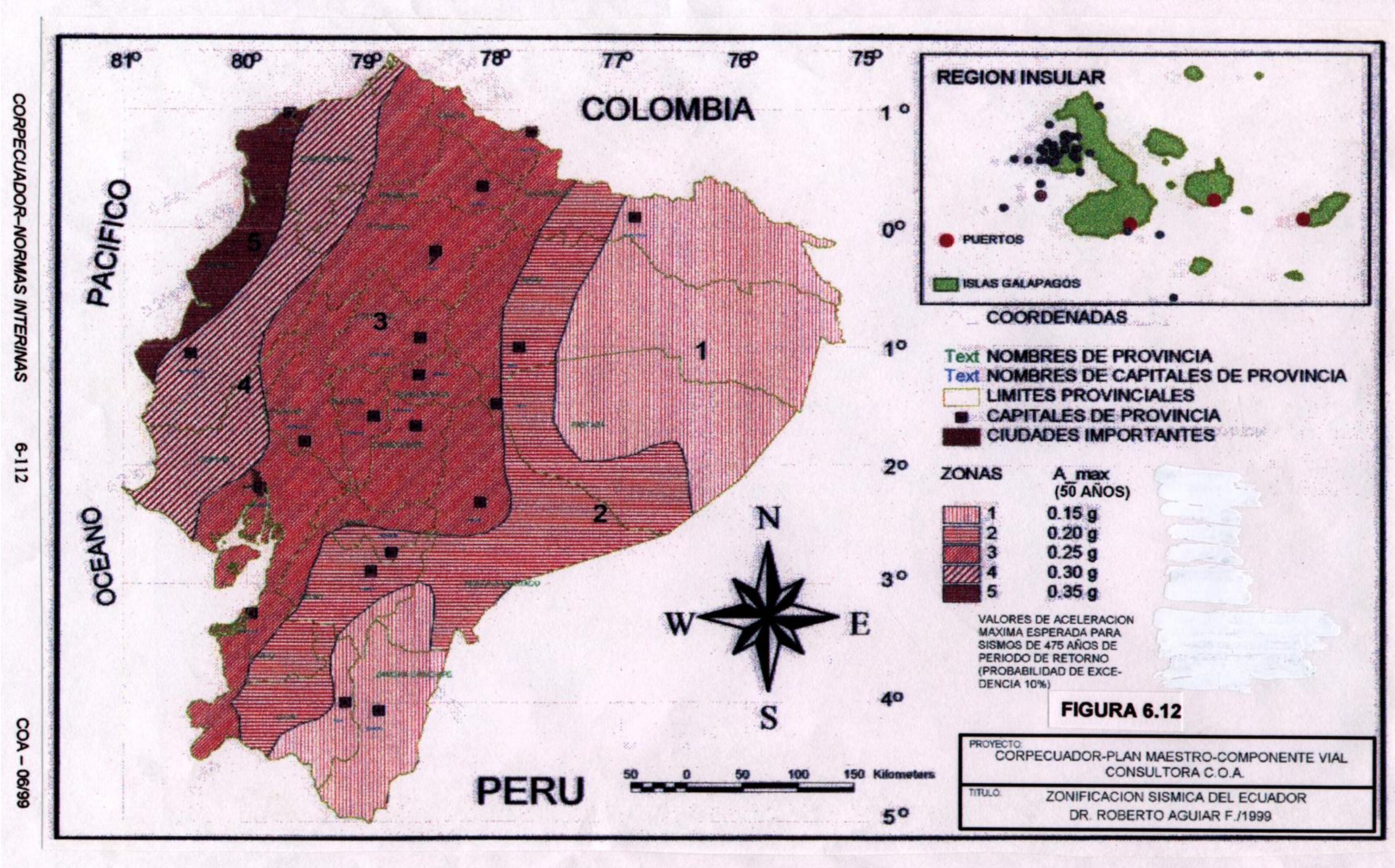


FIGURA 37. ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL ECUADOR. NORMAS DE CORPECUADOR.

Los efectos locales de la respuesta sísmica de la estructura de un puente deben amplificarse con base en los perfiles del suelo, que se clasifican por conveniencia para este tipo de análisis en 4 grupos, e independientemente del tipo de cimentación. Para el caso de Milagro según el estudio de suelos realizado el terreno donde se asientan es del tipo semiduro (S2) por lo que según Las Normas de Diseño de Carreteras y Puentes vigentes en el Ecuador el coeficiente de importancia(a) es de 1.2, el coeficiente del suelo(S) es de 1.2 y el coeficiente de amplificación dinámica(B) es de 2.5.

El puente 17 de Septiembre esta conformado por dos tramos de puente, uno más antiguo que otro por lo que las características de cada tramo son distintas.

Consideraciones Sísmicas.-

Para el caso de este puente no se tiene conocimiento acerca de las consideraciones sísmicas que se tuvieron para el diseño y construcción del tramo más antiguo ubicado al lado este, pero se estima que por ser una construcción antigua, no se consideró ningún tipo de parámetro de riesgo sísmico durante su diseño y construcción.

Para el caso del tramo de puente que se amplio en el año 1965 ubicado al lado oeste, se tiene conocimiento de que su diseño estaba regido por las especificaciones standard para puentes de carretero de 1961 de la AASHO, en la cual sé establece un valor de 0.06 de la carga muerta del puente como valor de diseño para cargas horizontales o de sismo, el cual esta muy por debajo de los valores considerados por los códigos actuales.

Las normas que regían el diseño de puentes en ese entonces, consideraban espaciamientos de estribos mucho más grandes por lo que el confinamiento del hormigón no era bueno; además el método de diseño de elementos estructurales era el método de los esfuerzos de trabajo y no por el método de carga última que es el que rige los códigos actuales, provocando que los elementos estructurales sean mas frágiles que dúctiles, por ende el control de deformaciones en la estructura era mucho menor que el control actual.
Los materiales empleados en la construcción de los puentes no cumplen con las normativas de calidad que se exigen en la actualidad, como el caso del hierro cuyo punto de fluencia esta muy por debajo de los requerimientos actuales, las barras de acero utilizadas no eran corrugadas por lo que no existía un adherencia segura entre el hormigón y el acero.

Elementos Estructurales.-

A continuación se realizara la descripción de cada elemento que forma la estructura del puente con el propósito determinara la situación actual de los elementos, y en función de esto proporcionar opciones para mejorar la condición actual en el caso de que esto sea factible.

a) Cimentación.-

De el tramo de puente más antiguo no se dispone información exacta acerca del tipo de cimentación utilizada, pero en función de los datos proporcionados por los moradores de la ciudad se pudo determinar que la cimentación empleada en este tramo de puente fue de pilotes de mangle. Mientras que para el caso del otro tramo del puente la cimentación empleada fue de pilotes de concreto estructural.

b) Pilas.-

Al igual que en la cimentación en el caso del tramo antiguo del puente se desconoce las consideraciones de diseño de las pilas, mientras que para el caso del otro tramo del puente las pilas fueron diseñadas siguiendo los códigos del año 1965, los cuales establecen parámetros de diseño mucho menores que los que rigen actualmente, como es el caso de las cargas de diseño, y a esto se le suma el hecho de que el control de calidad de los materiales en el año de construcción del puente no era tan riguroso como en la actualidad.

En la actualidad la pila central del tramo antiguo del puente presenta un asentamiento considerable el cual ha provocado un desnivel entre los tableros de losa, la causa de este problema puedes ser una falla en la cimentación. Además de este problema se presenta desgaste en las caras exteriores de las pilas, reduciendo de esta forma el espesor destinado para el recubrimiento, lo que puede ocasionar que el acero se corroa.

En lo que se refiere a las pilas del otro tramo del puente, se encuentran deterioradas sus caras externas por lo que corren el riesgo de perder el recubrimiento mínimo considerado en el diseño

c) Vigas.-

Para el caso de las vigas del tramo antiguo del puente no se tiene conocimiento de las condiciones de diseño así como del proceso constructivo, mientras que para las vigas que se encuentran en el otro tramo del puente se conoce que su diseño estaba regido por los códigos vigentes a la fecha, los mismos que establecían como método de diseño el método de los esfuerzos de trabajo, dando como resultado estructuras mucho más frágiles que las actuales; el espaciamiento entre estribos era mucho mayor por lo que el confinamiento del hormigón no alcanzaba niveles óptimos; además el control de calidad que se hacia en los materiales era mucho menos riguroso que los actuales controles de calidad

En lo referente a las vigas del tramo más antiguo del puente y en función de los datos obtenidos del diagnóstico estructural se estableció que las vigas se encuentran en pésimo estado ya que presentan fisuras a lo largo de estas, a esto se le suma el desprendimiento de la capa de recubrimiento, lo que ha ocasionado que el acero se corroa, disminuyendo de esta forma la resistencia de estas a la flexión.

Para el tramo de puente ampliado en el año de 1965 se puede mencionar que las vigas presentan condiciones similares a las del tramo antiguo, es decir fisuras a en toda su extensión y problemas en su capa de recubrimiento en menor magnitud que las vigas del tamo antiguo, pero en vista de que no se proporciona mantenimiento al puente, en poco tiempo podría empeorar las condiciones de las vigas de este tramo.

d) Estribos y Muros de Protección.-

La estructura presenta dos estribos y dos muros en cada rivera del río, uno corresponde al tramo de puente antiguo y otro al tramo de puente que se amplio en el año 1965, estos se encuentran acoplados mediante una junta.

De el tramo del puente antiguo en este elemento también se desconocen los criterios de diseño empleados, mientras que para el otro tramo de puente su diseño y construcción estaba regido por las normas vigentes en el año de su construcción (1965), en las cuales las cargas horizontales y verticales de diseño eran mucho menores que las actuales, además el método de cálculo empleado era el método de los esfuerzos de trabajo, dando como resultado elementos frágiles.

En lo referente a estos elementos estructurales del puente presentan fisuras graves producto de la presión ejercida por el material confinado, sumándole a esto que los estribos de este puente se encuentran estrechando el cause del río por lo que su deterioro es acelerado, esto ocurre en ambos tramos del puente.

e) Tablero de Losa.-

Para el tablero del puente antiguo se desconoce las consideraciones de diseño, mientras que para el otro tramo del puente se conoce que el diseño del mismo se regía por las normas de diseño vigentes en el año que fue diseñada, las mismas que presentan desventajas en relación con la normativa actual, ya que parámetros como cargas verticales, cargas horizontales y control de calidad de materiales están muy por debajo de lo que establece la normativa actual

Las juntas de los tableros de losa de ambos tramos de puente se encuentran en pésimo estado y en cuanto a la condición de la losa del tablero es pésima a pesar de la gran capa de pavimento que presenta las falla son notorias, sumándole a esto el desnivel que existe entre el tablero de losa del tramo de puente antiguo y el tablero de losa de la ampliación, producto del asentamiento de la pila central del tramo antiguo del puente.

Aparte de todo los problemas descritos en cada uno de los elementos, vale la pena recalcar que el hormigón de una estructura esta sujeto a procesos de carbonatación y corrosión los cuales se agravan con el paso del tiempo y mucho más si a la estructura no se le da el mantenimiento adecuado como es el caso del puente en estudio.

Opciones para mejorar la Condición Actual.-

A continuación se presenta un análisis de las posibles opciones para mejorar las condiciones actuales del puente en estudio. Entre las opciones consideradas se encuentra la ampliación, reparación y refuezo de la estructura existente, ampliación, reconstrucción parcial, reparación, refuerzo de la estructura remanente y la reconstrucción total y ampliación del puente.

Definiciones.-

a) Ampliación, reparación y refuerzo de la estructura existente.-

Los trabajos que comprenden esta opción conservan el puente existente reparando y reforzando sus elementos estructurales como las pilas, estribos, vigas, muros y el tablero, luego de haber realizado todos los trabajos de refacción y reforzamiento se procederá a la construcción de las ampliaciones a cada costado del puente para conseguir la sección del puente que cumpla con los requerimientos de tráfico vehicular y peatonal. Esta alternativa resuelve el problema de saturación vehicular puesto que incrementa la sección existente pero al conservar la estructura se mantiene el problema funcional debido la exagerada curvatura vertical existente, también se mantiene el problema arquitectónico y paisajístico, a todo esto se le suma que el tiempo de ejecución debido a los trabajos de reparación y de refuerzo(inhibidores de corrosión, agentes anti-carbonatación) en la estructura de esta alternativa será mucho mayor que el tiempo de ejecución de la reconstrucción total, provocando molestias a los pobladores del sector.

b) Ampliación, reconstrucción parcial, reparación y refuerzo de la estructura existente.-

Los trabajos que comprende esta opción son similares a los que se realizan en la ampliación y refuerzo estructural del puente, con la diferencia de que en este caso se demolerá en su totalidad el tablero de losa existente y se construirá uno nuevo con el propósito de mantener continuidad en la losa. Al igual que la opción antes mencionada en esta opción los tiempos de ejecución debido a los trabajos de reparación y refuerzo (inhibidores de corrosión, agentes anti-carbonatación) son mucho mayores que los requeridos en el caso de una reconstrucción total, provocando inconvenientes a los moradores del sector y no solucionara todos los problemas que se presentan en el puente.

c) Reconstrucción total y ampliación del puente.-

Para el caso de esta opción los trabajos a realizarse en su primera etapa comprenden la demolición de la estructura existente y remoción del material resultante de este proceso, a continuación de esto se precederá a la reconstrucción del puente. En la nueva estructura, la sección del puente será la necesaria para satisfacer los requerimientos de tráfico vehicular y peatonal, además en la nueva estructura se reducirá la curvatura vertical del puente sin reducir el galibo actual, esto se lo conseguirá mediante el uso de vigas poco peraltadas.

Los tiempos de ejecución de estos trabajos serán reducidos en comparación con las otras opciones presentadas, sumándole a esto que al realizar los trabajos mencionados en esta opción se solucionarían todos los problemas funcionales, arquitectónicos y estructurales que se presentan actualmente en el puente y el resultado estaría totalmente garantizado puesto que en esta opción no depende de ningún trabajo previo o estructura existente.

Ampliación Reparación y Refuerzo de la Estructura existente.-

Para esta opción en el puente 17 de Septiembre se ampliaría a cada lado de la estructura actual tramos de 6 m de ancho para obtener un ancho útil de calzada de 24.2 m con lo que obtienen 4 carriles vehiculares de 3.65 m de ancho, dos carriles de 1,5 m para vehículos no motorizados y dos carriles peatonales de 3 m cada uno.

En el caso del puente 17 de Septiembre para poder realizar la ampliación primero se reforzaría la estructura actual en su parte central, demoliendo el parterre central existente y reforzándolo con la colocación de una pila en el centro del puente y dos vigas una en cada tramo del puente, previo a esto se realizarán pruebas de carga en los estribos existentes para determinar si estos resistirán la carga que le transmitirán las vigas a colocarse. Luego de haber reforzado la estructura se construirá la ampliación manteniendo continuidad con la estructura existente para esto se utilizaran los estribos y pilas como los indicados en las Figuras 38. y 39.

El llevar a cabo esta opción requiere de un proceso constructivo muy complejo pues se deberá tener mucho cuidado de no causar daños en la estructura existente.

El presupuesto referencial obtenido de esta opción se lo presenta en la Tabla 8 y los volúmenes de hormigón de las pilas, muros y estribos se presentan en la Tabla 9.

TABLA 8. PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA OPCIÓN DE AMPLIACIÓN, REPARACIÓN Y REFUERZO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

PRESUPUESTO REFERENCIAL.

PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

OPCIÓN AMPLIACIÓN, REPARACIÓN Y REFUERZO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
Obras Preliminares	Global	1,00	3.000,00	3.000,00
Replanteo y Nivelación	Global	1,00	3.500,00	3.500,00
Excavación Y Desalojo	M3	800,00	20,00	16.000,00
Relleno Y Compactación	M3	1.000,00	28,00	28.000,00
Remoción de Hormigón	M3	160,00	20,00	3.200,00
Desalojo de Hormigón	M3	160,00	15,00	2.400,00
Reforzamiento de Cimientos (estribos y pilas)	Global	1,00	60.000,00	60.000,00
Reforzamiento de tablero de losa y vigas	Global	1,00	70.000,00	70.000,00
Pruebas de Carga.	M	13,00	1.400,00	18.200,00
Vigas Prefabricadas (16m)	U	14,00	2.000,00	28.000,00
Transporte y Montaje de Prefabricados	Global	1,00	9.000,00	9.000,00
Pila central (7M)	U	3,00	22.920,00	68.760,00
Pilotes(7m)	U	62,00	910,00	56.420,00
Colocación de Pilotes	Ml	434,00	80,00	34.720,00
Muro de protección	U	4,00	6.000,00	24.000,00
Estribos	U	6,00	18.000,00	108.000,00
Tablero de losa e=20cm	M2	500,00	95,00	47.500,00
Juntas	ML	128,00	350,00	44.800,00
Barandas	ML	64,00	79,00	5.056,00
Acera	M2	320,00	25,00	8.000,00
Señalización	Global	1,00	1.800,00	1.800,00
Arreglos	Global	1,00	5.000,00	5.000,00
Iluminación	Pt	8,00	600,00	4.800,00

TOTAL 650.156,00

TABLA 9. VOLÚMENES DE HORMIGÓN

ELEMENTO	CANTIDAD (M3)	Precio ($)	Total
Estribo	60	300	18000
Muros	20	300	6000
Pila	76,4	300	22920

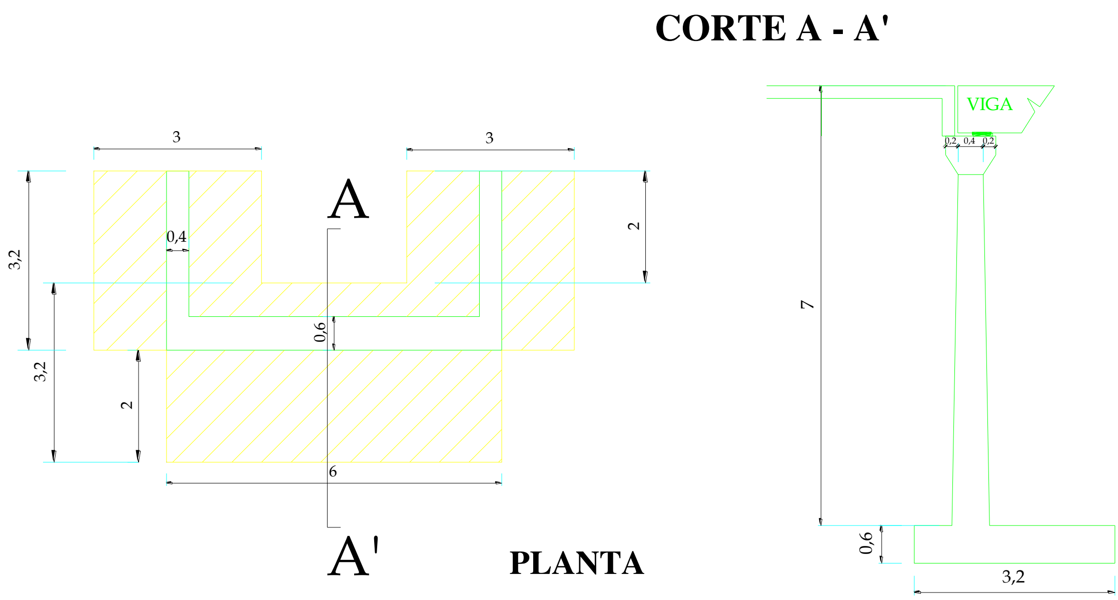


FIGURA 38. DETALLE DE LOS ESTRIBOS A UTILIZARSE EN LA AMPLIACIÓN.

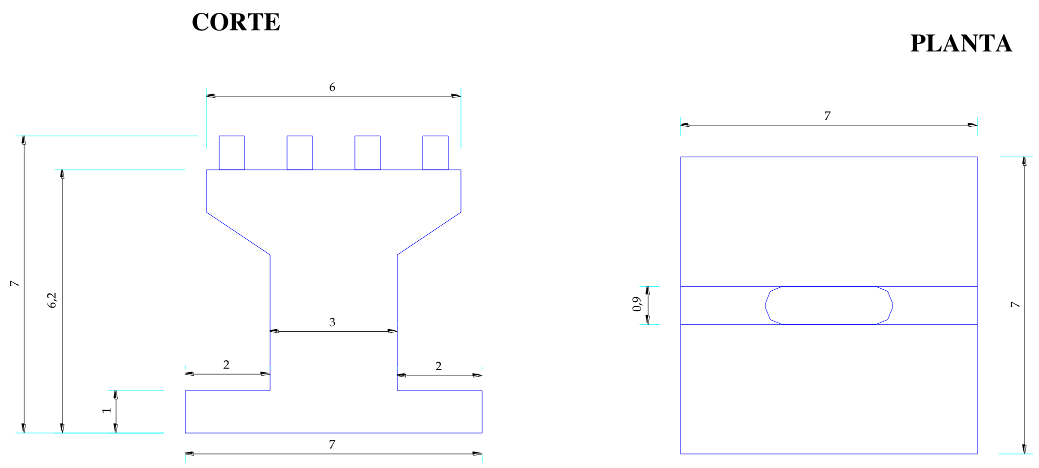


FIGURA 39. DETALLE DE LAS PILAS A UTILIZARSE EN LA AMPLIACIÓN.

Ampliación, Reconstrucción parcial, Reparación y Refuerzo de la Estructura existente.-

Esta opción mantiene los planteamientos indicados en la opción de ampliación con la diferencia de que en esta alternativa se considera un cambio total del tablero de losa del puente para de esta manera poder asegurar continuidad en la losa.

Del análisis de esta opción se obtuvo el presupuesto referencial que se indica en la Tabla 10. y los volúmenes de hormigón indicados en la Tabla 11.

TABLA 10 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA OPCIÓN DE AMPLIACIÓN, RECONSTRUCCIÓN PARCIAL, REPARACIÓN Y REFUERZO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

PRESUPUESTO REFERENCIAL.

PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

OPCIÓN AMPLIACIÓN, RECONSTRUCCIÓN PARCIAL, REPARACIÓN Y REFUERZO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
Obras Preliminares	Global	1,00	3.000,00	3.000,00
Replanteo y Nivelación	Global	1,00	3.500,00	3.500,00
Excavación Y Desalojo	M3	800,00	20,00	16.000,00
Relleno Y Compactación	M3	1.000,00	28,00	28.000,00
Remoción de Hormigón	M3	200,00	20,00	4.000,00
Desalojo de Hormigón	M3	200,00	15,00	3.000,00
Reforzamiento de Cimientos (estribos y pilas)	Global	1,00	60.000,00	60.000,00
Reforzamiento de tablero de losa y vigas	Global	1,00	70.000,00	70.000,00
Pruebas de Carga.	M	13,00	1.500,00	19.500,00
Vigas Prefabricadas (16m)	U	14,00	2.000,00	28.000,00
Transporte y Montaje de Prefabricados	Global	1,00	9.000,00	9.000,00
Pila central (6M)	U	3,00	22.920,00	68.760,00
Pilotes(7m)	U	62,00	910,00	56.420,00
Colocación de Pilotes	Ml	434,00	80,00	34.720,00
Muro de protección	U	4,00	6.000,00	24.000,00
Estribos	U	6,00	18.000,00	108.000,00
Tablero de losa e=20cm	M2	1.000,00	95,00	95.000,00
Juntas	ML	64,00	300,00	19.200,00
Barandas	ML	64,00	79,00	5.056,00
Acera	M2	320,00	25,00	8.000,00
Señalización	Global	1,00	1.800,00	1.800,00
Arreglos	Global	1,00	5.000,00	5.000,00
Iluminación	Pt	8,00	600,00	4.800,00

TOTAL 674.756,00

TABLA 11. VOLÚMENES DE HORMIGÓN

ELEMENTO	CANTIDAD (M3)	Precio ($)	Total
Estribo	60	300	18000
Muros	20	300	6000
Pila	76,4	300	22920

Ampliación y Reconstrucción Total.-

Como su nombre lo indica esta opción plantea la demolición total de la estructura existente y luego de esto levantar la nueva estructura, en la cual se reducirá el peralte de las vigas a utilizar par de esta forma disminuir la curvatura vertical existente. Las características de la pila central, del estribo, muros de protección y vigas se indican en las Figuras 40, 41, 42, 43, 44.

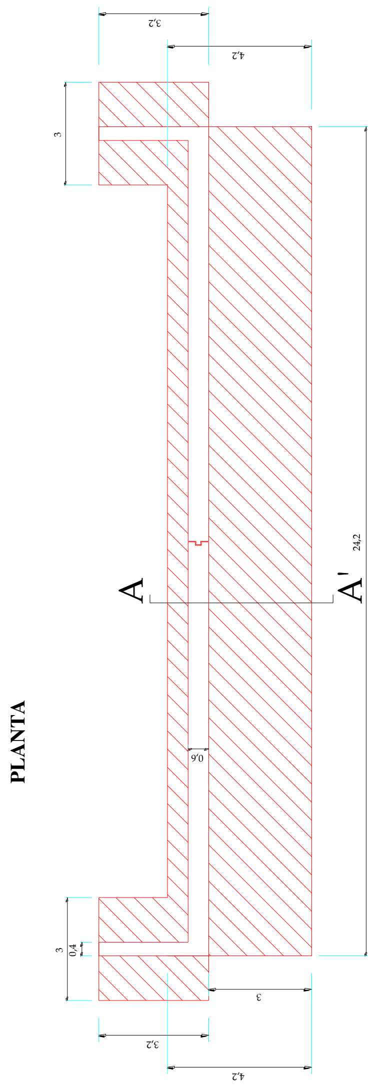


FIGURA 40. DETALLES DE ESTRIBOS PROPUESTOS EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

CORTE A - A'

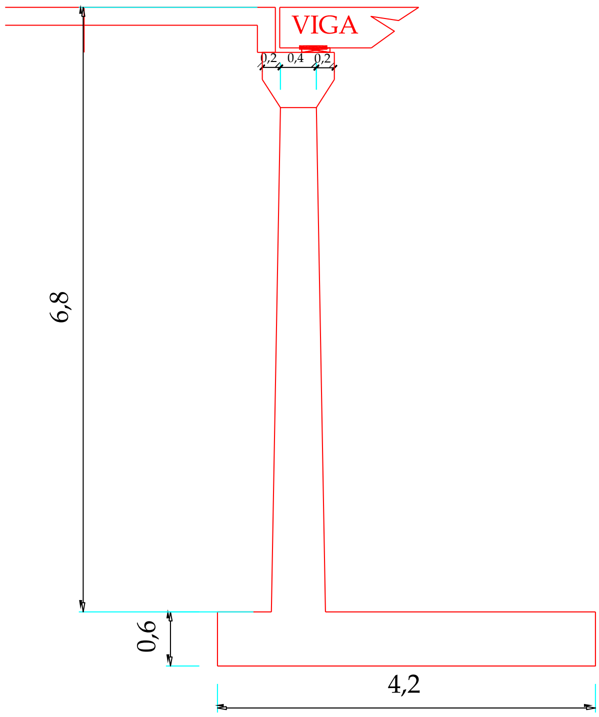


FIGURA 41. DETALLES DE ESTRIBOS PROPUESTOS EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

PLANTA

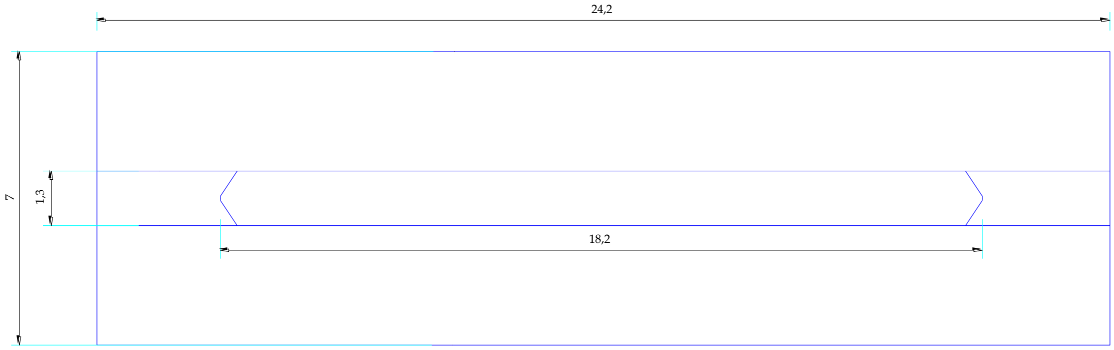


FIGURA 42. DETALLES DE PILA CENTRAL PROPUESTA EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

CORTE

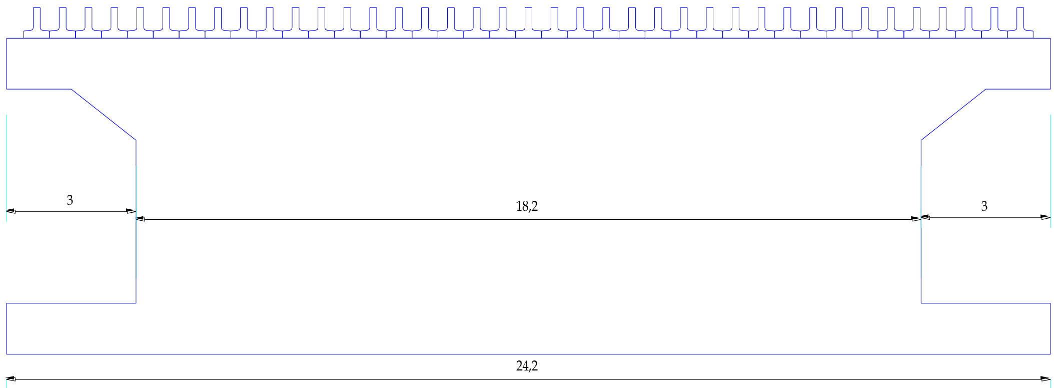


FIGURA 43. DETALLES DE PILA CENTRAL PROPUESTA EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

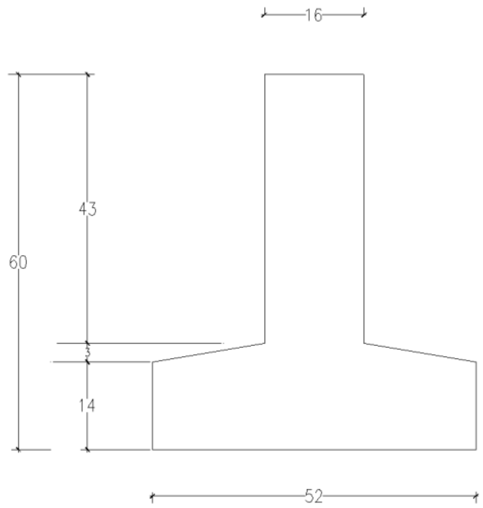


FIGURA 44. DETALLES DE VIGAS PROPUESTA EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

De el correspondiente análisis de esta opción se determino el presupuesto referencial indicado en la Tabla 12 y los volúmenes de hormigón indicados en la Tabla 13.

TABLA 12. PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA OPCIÓN DE RECONSTRUCCIÓN TOTAL Y AMPLIACIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

PRESUPUESTO REFERENCIAL.

PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE

ALTERNATIVA RECONSTRUCCIÓN TOTAL Y AMPLIACIÓN.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
Obras Preliminares	Global	1,00	2.500,00	2.500,00
Replanteo y Nivelación	Global	1,00	3.500,00	3.500,00
Excavación Y Desalojo	M3	1.000,00	20,00	20.000,00
Relleno Y Compactación	M3	1.300,00	28,00	36.400,00
Remoción de Hormigón	M3	200,00	20,00	4.000,00
Demolición de pilas	M3	300,00	20,00	6.000,00
Desalojo de Hormigón	M3	500,00	15,00	7.500,00
Vigas Prefabricadas (12m)	U	78,00	1.100,00	85.800,00
Transporte y Montaje de Prefabricados	Global	1,00	7.000,00	7.000,00
Pila central (6M)	U	2,00	78.000,00	156.000,00
Pilotes(7m)	U	99,00	910,00	90.090,00
Colocación de Pilotes	Ml	693,00	80,00	55.440,00
Muro de protección	U	4,00	6.000,00	24.000,00
Estribos	U	2,00	60.000,00	120.000,00
Tablero de losa e=20cm	M2	750,00	95,00	71.250,00
Juntas	ML	64,00	300,00	19.200,00
Barandas	ML	64,00	79,00	5.056,00
Acera	M2	350,00	25,00	8.750,00
Señalización	Global	1,00	2.000,00	2.000,00
Arreglos	Global	1,00	8.000,00	8.000,00
Iluminación	Pt	8,00	600,00	4.800,00
			TOTAL	737.286,00

TABLA 13. VOLÚMENES DE HORMIGÓN

ELEMENTO	CANTIDAD (M3)	Precio u	Total
Estribo	200	300	60000
Muros	20	300	6000
Pila	260	300	78000

Análisis de Alternativas.-

De el análisis de cada presupuesto referencial se puede establecer para el caso del puente 17 de Septiembre que la opción de reconstrucción total es un **13.4%** mas cara respecto a la opción de ampliación y refuerzo estructural, mientras que la ampliación mas reconstrucción parcial y refuerzo estructural es un **3.78%** mas cara que la opción de ampliación y refuerzo estructural.

En función de estos resultados se puede establecer que si bien el precio de la reconstrucción total es un poco mas elevado, esta opción satisface todos los requerimientos y garantiza un correcto funcionamiento de la estructura. A continuación en la Tabla 14. se presenta el análisis de las ventajas y desventajas de cada una de las opciones propuestas.

OPCIONES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
AMPLIACIÓN, REPARACIÓN Y REFUERZO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE	• Se conserva la inversión existente. • Se soluciona el problema de saturación vehicular.	• Se mantiene el problema funcional de la exagerada curvatura vertical existente. • Se mantiene el problema arquitectónico y paisajístico. • El proceso constructivo es mucho más complejo y demorado. • Se generan mas juntas de construcción.
AMPLIACIÓN, RECONSTRUCCIÓN PARCIAL, REPARACIÓN Y REFUERZO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE	• Se conserva la inversión existente. • Se mantiene continuidad en el tablero de losa del puente. • Se soluciona el problema de saturación vehicular.	• Se mantiene la exagerada curvatura vertical existente. • Se mantiene el problema arquitectónico y paisajístico. • El proceso constructivo es mucho mas complejo y demorado. • Se generan mas juntas de construcción.
RECONSTRUCCIÓN TOTAL Y AMPLIACIÓN	• Se eliminan todos los problemas funcionales, vehiculares, estructurales, arquitectónico, paisajísticos y de impacto socio-económico.	• Se pierde la inversión existente. • Durante la etapa de construcción no permitirá el flujo vehicular ni peatonal.

	• Se generan menos juntas de construcción	

TABLA 14. CUADRO COMPARATIVO DE OPCIONES PRESENTADAS.

2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

Como resultado del análisis de los estudios de ingeniería básica se puede concluir lo siguiente:

- El puente 17 de Septiembre presenta condiciones deficientes en toda su estructura además las condiciones de diseño y control de calidad de los materiales del año de construcción del puente difieren mucho de las actuales.

- Existe una diferencia marginal de costos entre la opción 3 de reconstrucción total y ampliación y las opciones 1 de Ampliación, reparación y refuerzo de la estructura existente y 2 de Ampliación, reconstrucción parcial, reparación y refuerzo de la estructura existente, por lo que esta consultoría recomienda la opción número 3.

- La opción de reconstrucción total y ampliación del puente 17 de Septiembre permite resolver todos los problemas de tipo arquitectónico, paisajístico, socio-económico, funcional, y vehicular que se generan actualmente en el puente.

- En general para la construcción de la alternativa seleccionada se recomienda el uso de elementos prefabricados para reducir los tiempos de construcción y obtener mejores acabados.

- Con relación a los estudios topográficos esta consultoría recomienda que la ampliación del puente 17 de Septiembre mantenga el alineamiento con la línea de fabrica de la vía con el fin de establecer una continuidad y eliminar los "*Cuellos de Botella*" que existen en la actualidad.

- De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos del estudio geotécnico, la cimentación de las ampliaciones será de tipo semiprofunda, en forma de pozos de cimentación o pilotes cortos en ambos márgenes.

- Debido a las características de permeabilidad de los suelos del depósito, se deberán tomar las precauciones necesarias para la evacuación de las aguas que inunden la zona de construcción de los pozos de cimentación.

- Antes de la construcción de la cimentación, se deberá verificar al nivel de la cimentación, la capacidad de carga establecida en este informe.

CAPÍTULO 3

DISEÑOS DEFINITIVOS.-

3.1 INTRODUCCIÓN.-

Luego de haber realizado el diagnóstico y los estudios de ingeniería básica, se determino que era necesario demoler la estructura actual y construir una nueva estructura siguiendo las normativas y regulaciones actuales para la construcción de puentes con el propósito de obtener una estructura que satisfaga las necesidades de la ciudad brindando seguridad a los usuarios y además que marque el inicio del nuevo esquema urbanístico de la ciudad.

El presente capítulo comprende la fase de diseño definitivo de la estructura del puente, este abarca las diversas actividades que se desarrollan para determinar las características detalladas de la estructura, esta fase previa a la construcción tiene como función absorber las solicitaciones que se presentan durante las distintas etapas de su existencia. El diseño estructural del puente es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de la estructura de manera que cumpla en forma óptima con sus objetivos.

Objetivos.

En la fase de diseño definitivo se establecieron los siguientes objetivos:

- Modelar la estructura o sea idealizar la estructura real por medio de un modelo teórico factible de ser analizado con los procesos de cálculo disponibles.
- Determinar las acciones de diseño.
- Determinar los efectos de las acciones de diseño en el modelo de estructura elegido.
- Diseñar una estructura capaz de resistir las fuerzas a las que va a estar sometido, sin colapso o mal comportamiento.
- Proporcionar las especificaciones de construcción y planos de cada elemento de la estructura para de que de esta manera la construcción del mismo se realice de manera adecuada.
- Establecer el tiempo para la construcción del puente y el presupuesto referencial del mismo.

Alternativa Seleccionada.-

La alternativa seleccionada por la Municipalidad del Milagro y la desarrollada por esta consultoría sugiere la demolición del puente existente, reconstrucción y ampliación.

Según el diagnóstico estructural, se concluye que se encuentran en condiciones deficientes. Desde el punto de vista funcional, no presentan un nivel de servicio adecuado para la demanda actual, mucho menos para la demanda futura. Desde el punto de vista ambiental y urbanístico, el puente merece mejores concepciones, por lo cual la demolición de las estructuras existentes es necesaria para dar paso a unas estructuras modernas diseñadas en base a los códigos vigentes, con capacidad vial suficiente para soportar la demanda futura y con detalles arquitectónicos que reflejen la prosperidad de la ciudad de Milagro.

La selección de la sección transversal indicada en la Figura 45. se la hizo con el objeto de cumplir las necesidades de la población proyectada para los próximos 50 años, para esto se consideró una tasa conservadora de crecimiento del 1,5% anual tanto para vehículos como para peatones; otro factor que influyó en la selección de la sección propuestas fue evitar el cuello de botella que se forma en el acceso al puente manteniendo el ancho definido por las avenidas antes y después de el puente.

La implantación propuesta para el puente 17 de Septiembre se presenta en las Figuras 45 y 46.

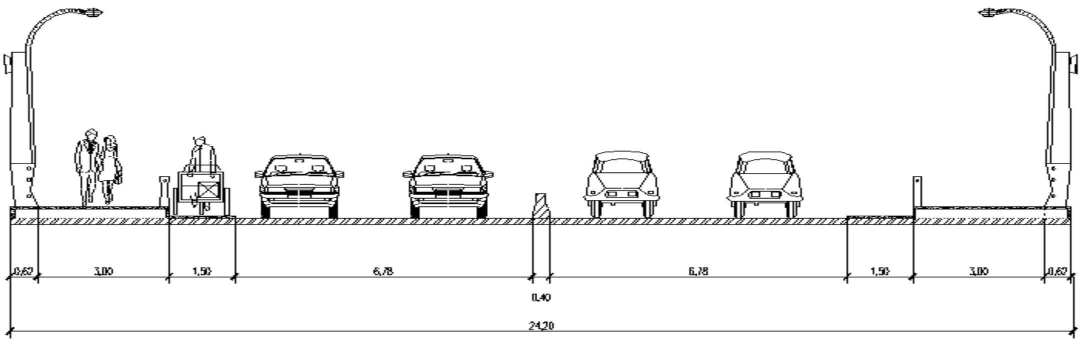


FIGURA 45. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

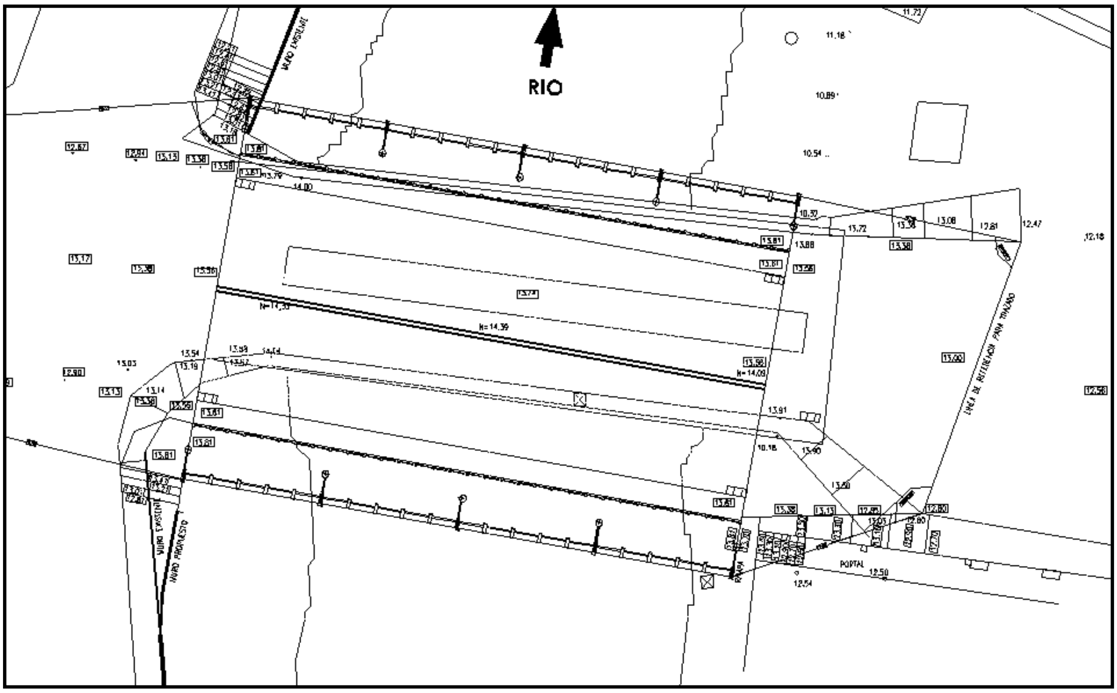


FIGURA 46. IMPLANTACIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

Alcance del Trabajo.-

En el ítem 3.2 se documenta las memorias técnicas de cálculo para el diseño del puente. En el ítem 3.3 se incluye las especificaciones que regirán, en el ítem 3.4 se presenta el proceso constructivo a seguirse, en el ítem 3.5 se detalla el presupuesto y cronograma de trabajo. En el ítem 3.6 se presentan las conclusiones y recomendaciones. Al final, en los Anexos, se presentan todos los planos, datos y documentos.

3.2 MEMORIAS TÉCNICAS DE DISEÑO.-

El presente ítem tiene como objeto proporcionar las memorias técnicas de cálculo del diseño de puente sobre el río Milagro a la altura de la avenida 17 de Septiembre, en este se detallan las consideraciones técnicas que se tuvieron en el diseño.

Toda la información de los diseños obtenidos en el presente estudio se plasman en los planos tal y como se indican en la tabla 15.

Memoria Técnica del Estudio Geotécnico.-

Para el estudio geotécnico se realizaron trabajos de campo y trabajos de oficina para cada puente como se describe a continuación:

Trabajos de Campo.-

La prospección e investigación subterránea del área de implantación del puente, se la realizo en forma directa, mediante la ejecución de dos sondajes mecánicos en sitios próximos a la ubicación de los estribos existentes del puente.

TABLA 15. ÍNDICE DE PLANOS

PLANOS ARQUITECTÓNICOS	
CÓDIGO	**CONTENIDO**
AR – 1	IMPLANTACIÓN DEL PUENTE.
AR – 2	CORTES, FACHADAS DE PUENTE, DIMENSIONES Y TIPOS DE ELEMENTOS.
PLANOS ESTRUCTURALES	
E – 1	UBICACIÓN Y DETALLES ESTRUCTURALES DE PILOTES PARA PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.
E – 2	DETALLES ESTRUCTURALES DE ESTRIBOS Y DIAFRAGMAS DE ESTRIBOS DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.
E – 3	DETALLES ESTRUCTURALES DE PILA CENTRAL Y DIAFRAGMA DE PILA CENTRAL DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.
E – 4	SECCIÓN LONGITUDINAL Y UBICACIÓN DE NEOPRENOS EN PILA Y ESTRIBOS DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.
E – 5	DETALLES ESTRUCTURALES DE LOSA, ACERAS, JUNTAS, BARANDAS, BARRERA CENTRAL Y LOSA DE APROXIMACIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.
E – 6	DETALLES ESTRUCTURALES DE VIGAS PRETENSADAS Y APOYOS ELASTOMERICOS DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

Este procedimiento de investigación, consistió en realizar los sondajes mecánicos, uno en cada margen, con la cual previamente se limpiaba el pozo hasta la cota en que se realizaba el ensayo de Penetración Estándar SPT y la toma de muestras para realizar los ensayos de laboratorio, información necesaria con la cual se puede establecer el tipo de suelo, el espesor de los estratos del deposito estudiado y por correlaciones técnicas, varios y diferentes parámetros necesarios para el diseño de las cimentaciones de los estribos de las ampliaciones del puente en estudio, cuyos resultados se indican en el Anexo 3.

Trabajos de Gabinete.-

En esta etapa se realizo el análisis en laboratorio de las muestras extraídas en los sondajes, con los resultados que se indican en el Anexo 3 y la interpretación de toda la información recolectada en el campo, a fin de estimar los parámetros necesarios para dar cumplimiento al objetivo del estudio.

Análisis de Resultados.-

De la interpretación de la información obtenida con la ejecución de los sondajes, podemos establecer la siguiente información:

c) Margen Derecho (Sondaje No 1).

El registro de perforación del Anexo 3, nos indica que el deposito de suelo hasta la profundidad estudiada, esta conformado por estrato aproximadamente 10 m de arena limosa compacta con un grado de compacidad GC = 0.45, un ángulo de rozamiento interno de 35 grados y una capacidad de carga promedio de 1.6 kg/cm2, que descansa sobre otro estrato de arena muy densa con un grado de compacidad mayor que 0.8, un ángulo de rozamiento interno mayor a 45 grados y una capacidad de carga promedio de 5.0 kg/cm2.

d) Margen Izquierda (Sondaje No 2).

De igual manera el registro de perforación del Anexo 3, nos indica que hasta la profundidad estudiada existe un estrato de arena limosa o arcillosa compacta de 12.5 m de espesor, con grado de compacidad GC = 0.4, un ángulo de rozamiento interno de 35 grados y una capacidad de carga promedio de 1.1 kg/cm2, que descansa sobre un estrato de arena muy densa con un grado de compacidad GC > 0.8, un ángulo de rozamiento interno de 45 grados y una capacidad de carga promedio de 5.2 kg/cm2.

El nivel freático se encuentra a una profundidad promedio de 3 m desde el nivel del terreno natural, en ambos sondajes.

Resultados.-

A continuación se detallan las recomendaciones desde el punto de vista geotécnico:

- De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos, la cimentación de las ampliaciones será de tipo profunda, en forma de pilotes en ambos márgenes.
- Las cotas de cimentación en los dos márgenes están ubicadas a –13m del nivel de la perforación.

Para el cálculo de la capacidad de carga de los pilotes se tomaran en cuenta los siguientes valores:

Capacidad de carga en la punta	=	5.0 kg/cm2.
Ángulo de rozamiento interno	=	45 grad
Coeficiente de fricción lateral	=	2
Modulo de elasticidad según D’Apolonia	=	676 kg/cm2.

- Debido al Grado de compacidad que presenta el estrato sobre el cual se apoyara la cimentación, no se producirán deformaciones por efecto de la licuefacción de los suelos granulares.

- Se estima que aproximadamente se producirán 3.7 cm de deformación elástica, considerando una carga de 100 t en cada estribo, un modulo de elasticidad de 6760 t/m2, una capacidad de carga de la superficie de cimentación de 50 t/m2 y un espesor de estrato deformable de 5 m, de esta manera considerando la ley de Hooke aplicable en estos casos, se puede establecer un hundimiento r de:

$$r = \frac{50\ t/m2}{6760\ t/m2} \times 500\ cm = 3.7\ cm$$

- Debido a las características de permeabilidad de los suelos del depósito, se deberán tomar las precauciones necesarias para la evacuación de las aguas que inunden la zona de construcción de los pozos de cimentación.
- Antes de la construcción de la cimentación, se deberá verificar al nivel de la cimentación, la capacidad de carga establecida en este informe.

Memoria Técnica del Diseño Vial.-

De el análisis vial que se realizo para el presente estudio se pudo establecer que el puente a diseñar debe mantener la continuidad de la avenida 17 de septiembre es decir el ancho de la avenida se debe conservar a lo largo del puente, además de esto es necesario disminuir la exagerada curva vertical existente, por lo que se recomienda que el acceso al puente tenga una pendiente menor de 5%. Para conseguir que el ancho de la avenida se conserve a lo largo del puente se recomienda alinearlo con las líneas de vereda. La implantación del puente se puede observar en la Figura 47.

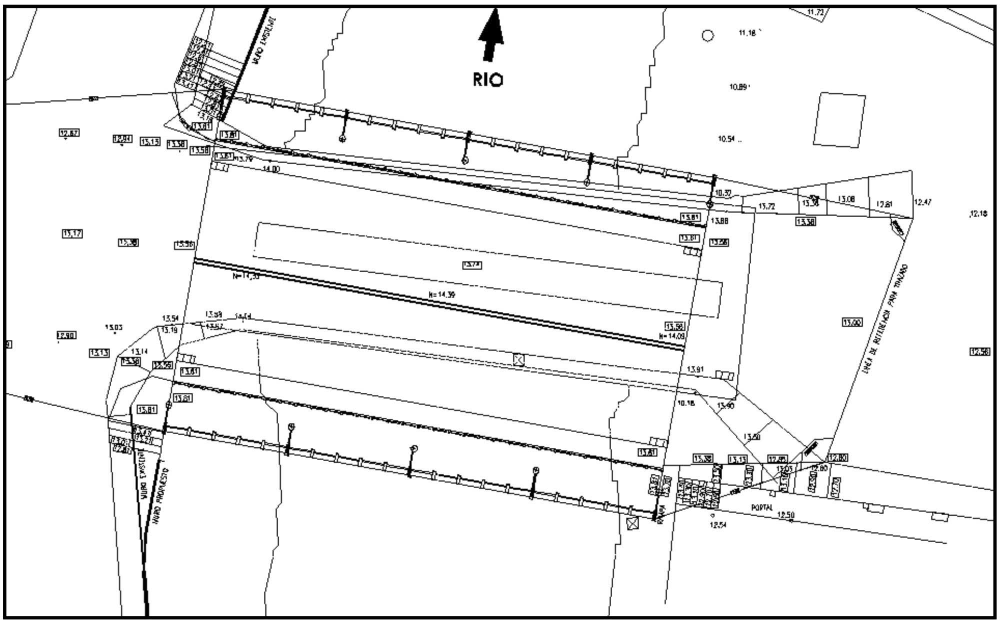


FIGURA 47. IMPLANTACIÓN DEL PUENTE 17 DE SEPTIEMBRE.

Memoria Técnica del Diseño Estructural.-

En esta sección se presentan todas las consideraciones que se tomaron para el diseño estructural del puente 17 de Septiembre.

Estudio de Alternativas.-

Para el presente estudio se han considerado dos alternativas:

1. Diseñar el puente con un solo vano, sin pila intermedia y con vigas de 35m de longitud apoyadas sobre dos estribos. Esta alternativa implicaba utilizar vigas de gran peralte, lo cual no solucionaba la elevada curvatura vertical que presenta el puente actual.

2. Diseñar el puente de dos vanos con pila intermedia utilizando vigas de 17,45 m. de longitud. Este estudio se desarrollo en base a la alternativa dos en razón que se abarata el costo de obra y soluciona el problema funcional de la exagerada curva vertical.

Después de un análisis técnico, económico y de mantenimiento de la estructura se opto en utilizar las vigas de hormigón pretensado por las diferentes ventajas que estas ofrecen tales como cubrir luces de mayor longitud con secciones y pesos inferiores al hormigón armado.

Las vigas que considera el presente estudio son del tipo pretensado puesto que con esto se obtiene una sección menor que la sección de vigas de hormigón armado, además el acabado y control de calidad que presentan las vigas pretensadas es mucho mejor que el de las vigas de hormigón armado.

Tipología.-

El puente vehicular será de dos vanos cada uno de 17.5 m de longitud, con un ancho de 24.20m, destinado al transito vehicular en dos vías en cada sentido, mas dos aceras peatonales de 3 metros de ancho cada una y dos aceras para ciclistas y carretas de 1,5 metros de ancho cada una. Las vigas se apoyarán sobre estribos constituidos por una zapata y pantalla en cantiliver.

La superestructura estará conformada por vigas de hormigón pretensado y una placa o losa que transmita las cargas vehiculares a dichas vigas.

Las vigas serán del tipo T invertida con una altura de 0.60 m con un ancho de 0.52 m y una separación de 0.60 metros entre ejes. El número de vigas será de 40 unidades. La losa o placa será de 0,15 metros de espesor.

Acciones Consideradas.-

Según las especificaciones de la AASHTO, se han considerado las siguientes acciones:

- **Carga Viva.-** Para el análisis de los distintos elementos estructurales se ha utilizado el tren de carga tipo HS 20-44 modificado según las disposiciones del MOP, simulando un camión de 20 toneladas en tráfico e impacto; esto es, un vehículo tipo de 3 ejes con una carga de 5 Ton por eje delantero y 20 Ton por cada eje posterior. La separación entre ejes es de 4.27m y la distancia entre ruedas es de 1,80m.

  El coeficiente de impacto se lo evaluó con la siguiente expresión:

  $I = 15 / (L + 37.5)$.

  I = Coeficiente de impacto.
  L = longitud del tablero en metros.

- **Carga Muerta.-** Se han considerado para el análisis las siguientes cargas muertas:

  El peso propio de las vigas.
  El peso propio de la losa.
  El peso propio de las aceras.
  El peso propio de las barandas.

- **Fuerza Sísmica.-** La acción sísmica se la considera como un porcentaje de las cargas gravitacionales, según lo establecen las especificaciones AASHTO; para nuestro caso como no se cuenta con un registro sismográfico se estableció un espectro de respuesta siguiendo las recomendaciones de las normas de CORPECUADOR obteniendo un coeficiente sísmico de 0,25 veces la gravedad.

Características de los materiales.-

El hormigón a utilizarse en las vigas será de 400 Kg./cm2. Los elementos como losa y estribos tendrán una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 300 Kg./cm^2.

El hormigón a utilizarse en aceras y bordillos tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 280 kg/cm^2.

El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm^2.

Las vigas se apoyarán sobre cojinetes de neopreno reforzados con placas metálicas 0.35 x 0.25 x 0.04, con una dureza de 60 SHORE.

Método de cálculo.-

Para el análisis estructural se tomaron en cuenta las diferentes solicitaciones que van a actuar en un elemento estructural del tipo puente vehicular.

El análisis estructural fue ejecutado siguiendo las recomendaciones de las "Normas Interinas de Diseño de Carreteras y Puentes y Especificaciones Técnicas Complementarias de Construcción", "AASHTO 96". Para el caso de las vigas pretensadas, el análisis se lo realizo mediante el uso del programa CONCISE, el cual permite el análisis de las vigas en sección simple y en sección compuesta bajo el efecto de las cargas verticales y las fuerzas de preesfuerzo, además se realizo el análisis de la vigas utilizando el programa SAP 2000 (versión 7.2) con el propósito de determinar resultados y compararlos con los obtenidos mediante el uso del programa CONCISE como se ilustra en el Anexo 4.

Con los resultados del análisis, se procedió al diseño estructural de los distintos elementos, obteniéndose el dimensionamiento y el armado que se indica en los planos.

Los detalles de los cálculos para el diseño se presentan en el Anexo 4.

3.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.

Todos los rubros indicados para la realización de los trabajos de este proyecto, se ejecutarán siguiendo las Especificaciones Generales del

Ministerio de Obras Públicas M.O.P. 001-F-2000, en todo aquello que no se oponga a la Ley de Contratación Pública y a las Especificaciones Especiales.

El contratista que va ha realizar los trabajos en la Construcción del Puente sobre el Río Milagro a la altura de la Av. 17 de Septiembre, deberá inspeccionar la zona antes de presentar su propuesta, por lo que se da por sobreentendido que conoce el lugar y los trabajos que debe realizar.

Es de responsabilidad del contratista el obtener todos los permisos y licencias de las autoridades públicas para realizar los trabajos correspondientes a este contrato.

El contratista deberá coordinar con los representantes de las Empresas Agua Potable, Alcantarillado, Electricidad, de Teléfonos, etc., para verificar la ubicación de su instalación, siendo el contratista el responsable de cualquier daño causado a las demás instalaciones durante la ejecución de la obra.

Antes de cualquier trabajo, se deberán instalar los correspondientes avisos de seguridad en donde se considere necesario, los mismos que deberán ser aprobados por la Fiscalización de la Obra. Inmediatamente después de terminados los trabajos, dichos avisos deberán ser removidos por el contratista.

Al realizar los trabajos, se deberá tener especial cuidado de no depositar residuos en la acera, calzada, etc. de manera de no causar inconvenientes a los usuarios.

a.- Medición

Las cantidades a pagarse por construcción de los rubros del contrato, serán las cantidades medidas en la obra de los rubros del contrato, de trabajos ordenados y aprobados por la fiscalización. La unidad de medida será la unidad indicada en el presupuesto referencial y se pagará al precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del Contrato, comprende la compensación total del equipo, herramientas, mano de obra, materiales y demás actividades necesarias para la completa ejecución del trabajo, a satisfacción de la Fiscalización.

b.- Pago

Las cantidades a pagarse en los rubros de la obra, se deberá tomar en cuenta los valores establecidos en los costos unitarios y cláusulas contractuales, debiendo previamente constatar por parte de la Fiscalización la calidad y cantidad de material usado; cuyas medidas planilladas deberán estar acorde con las existentes en obras.

c.- Obligaciones

El Contratista será responsable por la correcta ejecución y conservación de los rubros realizados, hasta la Recepción Definitiva de la obra y es responsable de los arreglos que se deban a deficiencias o negligencias de los trabajos.

Especificaciones Generales de obra Civil.-

En esta sección, se presentan las especificaciones técnicas de la construcción civil.

Campamentos y obras conexas

Son construcciones provisionales y obras conexas que el Contratista debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y comodidad para el desarrollo de las actividades de trabajo del personal técnico, administrativo (del Contratista y de la Fiscalización) y de obreros en general.

Este trabajo comprenderá la construcción y equipamiento o amueblamiento de campamentos incluyendo bodegas y viviendas para personal del Contratista, de acuerdo a los planos por él presentados y aprobados por el Fiscalizador.

También incluirá la construcción o suministro de edificaciones de oficinas, comedores y viviendas de uso del personal de fiscalización, de acuerdo a los requisitos de las especificaciones especiales y los planos suministrados por el

Contratante. Deberá incluirse el suministro de muebles y enseres de oficinas y viviendas, cuando los documentos contractuales así lo indiquen. En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se la efectuará de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-3.07 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

En general, los campamentos deberán estar provistos de las instalaciones sanitarias necesarias, de acuerdo a los reglamentos de las entidades responsables de la salud pública y a las estipulaciones contractuales.

El diseño y la ubicación de los campamentos y sus instalaciones, deberán ser tales que no ocasionen la contaminación de aguas superficiales ni de posibles fuentes subterráneas para agua potable, y deben en todo caso ser aprobados previamente por el Fiscalizador. Se pagaran con el rubro 201-(1) Campamentos y obras conexas (unidad global) de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

.

Remoción de Obstáculos Misceláneos

Este trabajo consistirá en la remoción total o parcial de obstáculos, tales como edificaciones, casas y otras construcciones, etc.

Cuando así se indique al constructor u ordene el Fiscalizador, el contratista deberá recuperar y guardar para uso posterior, cualquier material encontrado en la obra. Los materiales deberán ser inventariados y guardados en la bodega del constructor para su uso posterior.

Remoción de puentes.

Este trabajo consistirá en la remoción total o parcial de la sub-estructura de puentes hormigón, cuya remoción, desmantelación o ensanche esté prevista en los documentos contractuales.

Remoción de Hormigón

Este trabajo consistirá en la remoción del cemento Pórtland, ya sea simple, armado o ciclópeo, y mampostería que se encuentre dentro de la zona del camino en pavimentos, aceras, bordillos, etc. y cualquier otra construcción

La remoción se efectuará en los lugares de acuerdo con los límites señalados en los planos o indicado por el Fiscalizador.

Excavación para Camino de Acceso.

Los caminos de acceso son caminos provisionales que se construyen para trasladar al personal a los sitios de trabajo, para el tránsito de vehículos y maquinaria del Contratista y de la Fiscalización, hacia los frentes de trabajo, fuentes de materiales e insumos u otros sitios dentro de la obra, buscando realizarlos con un presupuesto limitado y con restricciones en el desbroce, movimiento de tierras y afectación a cauces naturales.

Los caminos de acceso serán construidos con equipo y materiales adecuados, previa autorización del Fiscalizador, quien deberá aprobar los detalles generales de la construcción propuesta.

Deben tener las características de pendiente, trazado, drenaje y capa de rodadura adecuadas para el tránsito normal del equipo y vehículos de construcción. Su trazado debe ceñirse a los contornos naturales del terreno, de manera de minimizar los cortes y terraplenes. El ancho de los caminos de acceso será el mínimo necesario (4.5 m), al igual que los radios de curvatura (15 m), y con una gradiente longitudinal máxima de 15%, con el objeto de disponer de condiciones de seguridad e impactar lo menos posible en el entorno. El drenaje de estos accesos será un aspecto fundamental a tomar en cuenta en el trazado y construcción, pues de ello depende la estabilidad de la calzada; las entradas y salidas de las alcantarillas deberán estar debidamente protegidas conforme lo solicite el Fiscalizador.

Será el Contratista el único responsable de mantener en buen estado de transitabilidad y seguridad estos accesos durante el tiempo que dure la construcción de la obra vial.

El vadeo frecuente de cuerpos de agua con equipos de construcción no será permitido; por lo tanto se utilizarán tubos de diámetro no menor a 90 cm de esta manera se mantendrá el flujo del agua

Una vez que el camino de acceso haya cumplido su función, el Contratista procederá a desalojar el material empleado del lecho del río.

Ese rubro se pagara de acuerdo a lo indicado en el presupuesto referencial con el rubro 303-2(1) Excavación Sin Clasificación, 304-1.01.2.Material de préstamo importado y 202-c Tubería de concreto para desalojo de agua del río Milagro.

Excavación Sin Clasificación

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier tipo de trabajo.

Sub-base clase 1

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir con los requerimientos especificados en la sección 816 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

En ningún punto de la capa de Sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de 2 centímetros con el espesor indicado en los planos, sin embrago el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Material de préstamo importado.-

Este material se obtendrá de aquellas zonas de préstamo localizadas fuera del derecho de vía, cuya ubicación deberá constar en los planos o disposiciones especiales como fuentes designadas para préstamo. Cuando las fuentes no sean designadas por el Ministerio, el Contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios para obtener el material de préstamo y pagar todos los costos involucrados, inclusive el costo de construir y mantener cualquier camino de acceso que sea requerido.

El Contratista deberá notificar al Fiscalizador con anticipación la apertura de fuentes de materiales de préstamo importado asignadas por el MOP, para que el seccionamiento inicial de la zona pueda llevarse a cabo oportunamente y el material a utilizarse pueda ser ensayado.

Acero de Refuerzo (fy = 4200kg/cm2)

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señalados en los documentos contractuales.

Materiales.- Las barras corrugadas de acero de refuerzo, las mallas de alambre de acero de refuerzo y el alambre y barras lisas de acero, satisfarán las exigencias previstas en la Sección 807 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

Las superficies estructurales que se empleen como armaduras en el hormigón, satisfarán los requisitos previstos en la Sección 505 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

Existen cuatro clases de acero de refuerzo: barras corrugadas, mallas de alambre, alambre y barras lisas de acero, las cuales deberán satisfacer los requisitos establecidos en las normas INEN 101, INEN 102, INEN 103, INEN 104 y en la Sección 807 de estas especificaciones.

Tablestacas.

Este trabajo consistirá en la fabricación, suministro, hincado u hormigonado, en el lugar, de tablestacas, de acuerdo con las presentes especificaciones y los detalles señalados en los planos y disposiciones especiales.

El Contratista deberá proporcionar y entregar en la obra todas las tablestacas que sean requeridos incluyendo los pilotes de prueba.

Las tablestacas serán de hormigón, según lo estipulado en el contrato. Las tablestacas de hormigón podrán prefabricarse, o ser hormigonados en sitio, dentro de cascos o tubería de acero, de acuerdo con lo estipulado en los planos.

Equipo.- El Contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado, necesario para la debida y oportuna ejecución de aquellos. El equipo deberá contar con la aprobación del Fiscalizador, antes de utilizarse en la obra, y deberá mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento.

Hincado de Tablestacas de Hormigón Estructural.

Las tablestacas podrán hincarse con martinetes a vapor, a aire comprimido, a diesel, o una combinación de chorros de agua con martinetes. Para el hincado de pilotes de hormigón prefabricado, se preferirá la combinación de chorros de agua y martinetes.

Los martinetes a vapor, aire o diesel, deberán desarrollar la energía suficiente para hincar los pilotes a un régimen de penetración mínimo de 3 milímetros por golpe, después de haberse logrado el valor soportante requerido. La energía total desarrollada por el martinete no será menor de 1000 kilogramos-metro por golpe.

La planta y el equipo para martinetes a vapor o a aire, deberán tener una capacidad suficiente para mantener durante el trabajo la presión del martillo especificada por su fabricante. La caldera o el tanque de presión estarán equipados con un manómetro de presión exacto.

Durante el hincado, se sostendrá al pilote en su debida ubicación y alineación, por medio de guías de hincar adecuadas. Las guías se construirán en tal forma que den libertad para el movimiento del martillo, y se mantendrán en su posición mediante tensores o refuerzos rígidos, para asegurar el apoyo satisfactorio del pilote. Estas serán adaptables al hincado de pilotes inclinados, y de tal longitud que sea innecesario el uso de un embutidor, excepto en casos especiales. La utilización de un embutidor, en cualquier caso, requerirá de la autorización por escrito del Fiscalizador.

Cuando se utilicen chorros de agua, el número de chorros, el volumen y presión del agua en el pitón del chorro serán los necesarios para erosionar el material adyacente al pilote. El equipo tendrá la capacidad suficiente para proporcionar en todo momento una presión mínima de 7 kilogramos por centímetro cuadrado, en dos pitones de 1.9 centímetros (3/4 de pulgada de diámetro). Antes de alcanzar la penetración requerida se deberá retirar los chorros para que la última parte del hincado sea efectuado utilizando únicamente un martinete.

Vigas Pretensadas

Descripción.- Este trabajo incluirá la manufactura, el transporte, y manejo de vigas, losas, pilotes y otros elementos prefabricados de hormigón precomprimido, además del montaje de todos los elementos prefabricados.

Antes del tensado del hormigón de cualquier elemento que deba ser tensado, el Contratista someterá a la aprobación de la Fiscalización los detalles completos sobre el método, los materiales y equipos que se propone utilizar en las operaciones de tensado, los dispositivos y las tensiones de anclaje y todos los datos correspondientes a la operación de tensado, incluyendo la disposición de las unidades de tensado para los distintos elementos.

Materiales.- Los materiales a emplearse para el hormigón precomprimido son: Hormigón f´c= 350 Kg/cm2, lechada de cemento, acero de refuerzo, acero para la precomprensión, ductos y anclajes, los cuales satisfarán los requerimientos señalados en este capítulo y en el capítulo 800 de las especificaciones del MOP, además de las exigencias previstas en los planos y en las disposiciones especiales.

Se utilizará un hormigón armado cuya resistencia a los 28 días es de 400 Kg/cm2, el tamaño del agregado está restringido a un tamaño máximo de ¾ de pulgada y a 2/3 partes de la distancia libre entre varillas paralelas.

Los torones deben tener características específicas además de una alta resistencia para satisfacer los requisitos del concreto preesforzado. Deberán observárselas especificaciones ASTM A421 y A416. Las vigas estarán ubicadas en el ancho del puente, cuya disposición será de acuerdo a los planos; estas han sido consideradas simplemente apoyadas, por lo tanto deberá proveerse de un material que absorba las vibraciones que se originan en el enlace con el cabezal de la pila o estribo.

El acero para preesfuerzo será protegido de daños físicos, corrosión u otros defectos desde su fabricación y especialmente durante su transporte y almacenamiento en obra, hasta que sea embebido en el hormigón o inyectada la lechada de cemento que fija definitivamente el elemento. Todos los materiales llevarán el número de lote y deberán ser rotulados de tal manera que puedan ser identificados, sin lugar a equivocaciones, en el sitio de la obra.

El doblado de los hierros deberá hacerse en frío. El acero de alta resistencia (en forma de alambre torón) para los cables de pretensado y el alambre de 7mm tendrá un F= 16.000 Kg/cm2, y el torón grado 270 tendrá un F= 18.900 Kg/cm2, estos aceros deberán cumplir con las normas 808 del manual del MOP-001-2000. Los alambres de acero para preesfuerzo a emplearse en el hormigón, según sean usados en aplicaciones en las cuales se requiera o no de deformaciones en frío para anclajes serán construidos en acero de alta resistencia del tipo botón o BA y del tipo cuña o WA.

Los alambres y torones para cables en concreto preesforzados deben cumplir con las “Especificaciones para Cables sin recubrimiento, de 7 alambres, relevados de esfuerzos, para el Concreto Preesforzado” (ASTM-A-421). Los cables o alambres, no detallados específicamente en ASTM-A-416 o A-421, se pueden usar siempre que se demuestre que cumplen con los requisitos mínimos de estas especificaciones y que no tienen propiedades que los hagan menos satisfactorio que los enlistados en ASTM-A416 o A-421.

Hormigón Ciclópeo.

Este trabajo consistirá en la mezcla de hormigón de cemento Pórtland y piedra colocada en forma adecuada, de acuerdo a las presentes especificaciones, en concordancia con lo indicado en los planos y lo ordenado por el Fiscalizador.

Materiales.- El hormigón ciclópeo estará constituido por hormigón de cemento Pórtland, clase B y por un 40 por ciento de piedra, salvo que en los planos o disposiciones especiales se señalen otras características. El hormigón de cemento Pórtland deberá satisfacer las exigencias previstas en la Sección 801 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

La piedra para el hormigón ciclópeo deberá satisfacer las exigencias previstas en el subsección 818-3 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

Hormigón Estructural de Cemento Pórtland clase A (f´c= 320 kg/cm2).

Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, sumideros, tomas y otras estructuras de hormigón en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento y colocación de vigas losas y otros elementos estructurales prefabricados.

El hormigón para estructuras estará constituido por cemento Pórtland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo con lo estipulado en esta sección y en el Capítulo 800 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

La clase de hormigón a utilizarse en una estructura determinada será indicada en los planos o en las disposiciones especiales y satisfará los requerimientos previstos en la Sección 801 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

Barandales de Hormigón.

Este trabajo consistirá en la construcción de barandales de tubería, guarda caminos tipo viga metálica de acuerdo con los detalles señalados en los planos, y a lo estipulado en estas especificaciones, en los documentos contractuales y como lo indique el Fiscalizador.

Los materiales a emplearse en la construcción de barandales de tubería deberán cumplir lo estipulado en la subsección 829-2 del las especificaciones del MOP-001-F-2000. Los barandales de tubería consistirán en un pasamano de tubo soportado por puntales metálicos y por postes de tubo, de acuerdo a lo indicado en los planos y con estas especificaciones.

Los elementos de los rieles serán rectos y tendrán las dimensiones exactas.

La soldadura será realizada por el proceso de arco eléctrico y se efectuará de acuerdo con las especificaciones del numeral 505-4.01.3.5 de las especificaciones del MOP-001-F-2000.

Todas las sueldas de las superficies expuestas serán emparejadas con superficies adyacentes.

Los barandales serán cuidadosamente construidos de acuerdo a su verdadera pendiente y alineamiento. Los postes serán colocados verticalmente, con una tolerancia que no exceda los 2 cm. por 1m., y serán asentados en hoyos o sobre una cama de mortero, o como se indique en los planos. El mortero cumplirá los requisitos de la Sección 809 de las especificaciones del MOP.

La tubería será fijada a los puntales metálicos o a los postes de tubo por medio de pernos asegurados por las arandelas y tuercas. Los barandales tendrán un acabado de pintura de acuerdo a lo previsto en la Sección 826 de las especificaciones del MOP-001-F-2000.

Aceras, Bordillos Y Barreras de Seguridad de Hormigón Simple F´C=210 Kg/Cm2

Este trabajo consistirá en la construcción de aceras, bordillos, cunetas de hormigón y barreras de protección según lo indicado en los planos, de cemento Pórtland, y la construcción y pavimentación de islas divisorias y entradas particulares de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los detalles indicados en los planos y fijados por el

Fiscalizador, dejando al criterio de la fiscalización del posible uso de bordillos prefabricados. Se pagará con el rubro 503(2) Hormigón estructural de cemento Pórtland clase B.

a.-Procedimiento De Trabajo

Preparación del Cimiento

La subrasante o lecho de cimentación deberá ser terminada de acuerdo con la pendiente y la sección transversal estipuladas. Antes de colocar el hormigón la superficie del cimiento deberá ser humedecida y bien compactada.

Todo material blando o inestable deberá ser retirado hasta una profundidad mínima de 15 cm. bajo la cota de la cimentación de los bordillos cuneta, y será reemplazado con material granular de tal calidad que, cuando se humedezca y compacte, tome una base de cimentación adecuada.

Encofrado

El encofrado deberá ser liso y lubricado por el lado en contacto con el hormigón y en el canto superior, y deberá ser lo suficiente rígido para soportar la presión del hormigón plástico, sin deformarse. Será instalado con las pendientes, cotas y alienaciones estipuladas y será mantenido firmemente mediante las estacas, abrazaderas, separadores tirantes y apoyos que sean necesarios. El encofrado del paramento expuesto de los bordillos cunetas no deberá removerse antes de que se fragüe el hormigón, pero si deberá removerse antes de seis horas de haber colocado el hormigón para efectuarse el acabado.

Construcción de Bordillos Cunetas de Hormigón

Al construirse los bordillos cunetas se deberá dejar vacíos en los sitios de las entradas particulares, de acuerdo con los detalles indicados en los planos y las instrucciones del fiscalizador.

Se construirán juntas de expansión de 8 a 10 mm. de ancho en los bordillos cunetas, con un espaciamiento de 3.5 metros y en ambos lados de las estructuras, las juntas serán rellenadas con material que cumpla los requisitos estipulados en la sección 806 de las Especificaciones MOP-001-F–2000 deberán ser perpendiculares a la línea del bordillo cuneta. El material premoldeado para juntas se cortará para darle la forma del bordillo cuneta.

Antes de quitar el encofrado, hay que alisar la superficie superior empleando una aplanadora adecuada, dándole un acabado único mantenimiento la pendiente y sección transversal especificadas.

Inmediatamente después de quitar el encofrado hay que alisar las caras que van a quedar a la vista y redondear las aristas conforme indiquen los planos. Después de alisadas, hay que darles el acabado final pasando una escoba fina con movimientos paralelos a la línea del bordillo cuneta.

Los bordillos cunetas se curarán de acuerdo a lo estipulado en la sub-sección 801-4 de las Especificaciones MOP-001-F - 2000.

Todo bordillo cuneta defectuoso o dañado, será removido íntegramente hasta la junta más próxima y reemplazando por el contratista, a su cuenta.

Área Sembrada

Este trabajo consiste en la siembra mediante semilla de los sitios susceptibles de erosión o de recuperación ambiental. Se pagará con el rubro 206-(1) del presupuesto, Área Sembrada

Área Plantada

Este trabajo deberá consistir en proveer, entregar y plantar árboles, arbustos, enredaderas y plantas de recubrimiento del terreno. Del tipo y tamaño indicado en los planos o por el Fiscalizador, se pagará con los rubros 206(2) Área plantada (árboles, arbustos) y 206(2)a Poda y mantenimiento de árbol, según sea el caso.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DRENAJE

Drenaje Pluvial

Las presentes especificaciones técnicas se refieren a los trabajos que serán necesarios realizar para que el sistema de drenaje pluvial de la zona que abarca las áreas aledañas a la intersección de estudio y las vías de distribución de tráfico que se mantengan en funcionamiento eficiente. Cada una de las partes del sistema como las pendientes de los pavimentos, las cajas de sumidero y sus rejillas, las cámaras de inspección, etc. han sido revisadas en sitio.

Drenaje de Pavimentos

Los pavimentos de las calzadas vehiculares serán de hormigón y en general cumplirán con las especificaciones técnicas que se indican en la sección respectiva. Las pendientes de los nuevos pavimentos seguirán en lo posible las pendientes que actualmente tienen las áreas que no han sido alteradas, a fin de que el escurrimiento de las aguas de lluvia sea continuo hacia los sumideros. El sentido del escurrimiento de éstas nuevas áreas se indican en el plano de ejecución.

CAJAS DE SUMIDEROS

a.- REJILLAS

Las rejillas de las cajas de sumidero que se encuentran deterioradas ó que estén faltando, deberán ser repuestas. Las nuevas rejillas serán construidas de hierro estructural, con las dimensiones y características de las actuales y deben tener bisagras para empotrar en el pavimento.

b.- Hormigón

El hormigón a emplearse para la construcción de la caja de sumidero en el área de giro en U de la Avenida del Periodista, será de resistencia mínima de 280 Kg/cm2. Las dimensiones y características de ésta caja se indican en el plano de detalles. En general cumplirá con las normas y especificaciones de la ECAPAG.

Tirante del Sumidero

El tramo de tubería que constituye el tirante desde el nuevo sumidero hasta el actual será instalado con tubería de hormigón simple, de buena calidad; el diámetro de la tubería será de 300 mm.; las juntas serán selladas mediante anillos de neopreno y será colocada en el sitio con una empaquetadura de protección de arena gruesa de 20 cm. de espesor en todo su perímetro. El tramo será instalado con una pendiente mínima del 2%.

Limpieza de Sumidero y Tirantes (incluye desalojo)

Este trabajo comprende la eliminación de todo tipo de elementos extraños que impidan la libre circulación de las aguas y se lo realizará al final de la colocación de las capas de relleno, o de base, o de acuerdo a las instrucciones de la Fiscalización.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEÑALES DE TRANSITO

En esta sección, se presentan las especificaciones técnicas de señalización.

Clasificación de Señales de Tránsito Verticales

Funcionalmente los signos clasificados de la siguiente forma:

Reglamentarios.- (Regulotory signs) son señales que indican noticias de tráfico, leyes o regulaciones.

Señales de Prevención.- (Warning sings).- son señales que indican las condiciones de accesos a vías principales y secundarias, los potenciales peligros que pueden darse por la forma de la vía (curvas, intersecciones, puentes, etc).

Señales de Información.- Como su nombre lo indica son señales que sirven para ubicarnos y dan información sobre los servicios que dispone el conductor en esa vía por ejemplo (hotel, gasolinera , restaurante, etc).

Formas de las señales de Tránsito.

Las formas estándares estas son :

- El **Octógono** esta reservada exclusivamente para el **Disco Pare** (STOP).

- El **Triángulo Equilátero** con la punta hacia abajo, está reservada para la señal ceda el paso (YIELD SIGN).

- El **Circulo** es utilizado en las señales de no permitido estacionar, girar no permitido.

- El **Rectángulo** con la dimensión horizontal mayor es utilizado para indicar los carriles de asignación.

Estas son las formas de las señales que se utilizarán en este trabajo.

Colores de las Señales de Tránsito.

Los colores que son obligatorio usarse son:

- El color rojo será utilizado en el fondo de la señal PARE, señal NO ENTRE, como marco y leyenda de la señal ceda el paso (YIELD SIGN), y como marco una línea diagonal en la señal no estacionarse.

- EL color negro es utilizado como fondo y en la leyenda de la señal una vía.
- El color Blanco.- es utilizado en los tableros de las señales de color verde, azul, negro y rojo.

- El color Anaranjado.- Es utilizado cono fondo en las señales que indican construcción, reparación o mantenimiento de vías.

- El color Verde.- es utilizado en el fondo de señales de información y guía para indicar ubicación y dirección de lugares de interés público.

Dimensiones

Las señales tendrán dimensiones estándar para autopista que es la más recomendable para nuestro estudio.

Reflectorización de Letras y Símbolos

El marco, los letreros y símbolos deben de ser de material reflectivo de grado ingeniería para que ofrezcan el mismo servicio tanto en el día como en la noche.

- Este material será tipo 3M que es una cinta reflectiva de grado ingeniería, tipo 3M-510.10 pega a la superficie siguiendo recomendación del fabricante (se pega con un adherente tipo E 44) que viene en rollos de 24”x50 yd en colores rojo, azules, amarillo, blanco.
-

Ubicación y Altura de la Señalización

Las señales de asignación de carriles, tendrán 2,50m de altura libre y estarán separadas del bordillo de acera, mínima 60 cm a la parte más cercana de la señal. Generalmente las señales deberán ser ubicadas al lado derecho y está tendrá una indicación aproximada (horizontal) de 10 grado para mejorar la visibilidad.

Materiales a Utilizarse

Las señales de tránsito serán de plancha galvanizada, de acero o de plancha de aluminio de 4 mm del espesor, deberán ser lo suficientemente rígidas para no deformarse con el viento, tendrán un recubrimiento de dos manos de pintura anticorrosivo como fondo.

El marco, las letras y símbolos serán de lámina reflectiva tipo 3 M que es una cinta reflectiva de grado ingeniería que se pega a la superficie siguiendo recomendaciones del fabricante (se adjunta) que viene en rollos de 24”x 50 yd, en colores rojo, blanco, azul, amarillo..

El letrero será sujeto al poste, soldado mediante pernos, cualquier tipo de sujeción que garantice que la unión sea fija y permanente.

Previo a la aplicación de la pintura para la señal de tránsito se lijará y se quitara todo vestigio de oxido o material suelto, y se aplicará pintura 2 manos de pintura anticorrosiva, o se galvanizará las piezas.

Todas las señales serán revisadas y aprobadas por la Fiscalización previo al pago.

Preparación de las Superficies para Pintado de Letreros Nuevos

Previo a la aplicación de la primera capa de pintura, todas las superficies deben estar completamente limpias libres de grasas, pintura vieja, oxido ó polvo que pudiesen causar que la pintura se sople, para la aplicación de la siguiente capa de pintura deberá limpiarse la superficie y lijársela finamente para mejorar la adherencia.

Clasificación de la Señalización Horizontal.

La señalización horizontal se la analizó de acuerdo a los manuales de tráfico, la clasificación de las señales es como se describe a continuación:

- Las líneas longitudinales van enrumbando el tráfico de forma rápida conveniente y segura son especialmente necesarios en las horas pico.

- La zona de seguridad para peatones están marcadas por líneas gruesas color blanco, que miden 0,50 x 3.00 m separadas 0.50 metros cada una, tal como se en el plano2/6.

- Símbolos de asignación de carriles que son las que indican la dirección que sigue el carril por el que va circulando el tráfico.
- Las señales reflectivas en el pavimento que son muy convenientes por la noche cuando es baja la luminosidad serán del tipo TACHA-290 (3M) HYE-DOTS ó HYE LITES ó similar.

Colores y Ubicación de las Señales de Tránsito Longitudinales

La colocación de las señales longitudinales debe ser ubicadas de acuerdo a los siguientes conceptos.

a) Las líneas amarilla marcan la separación de los carriles de tráfico en direcciones opuestas o marcan el lado izquierdo de las vías de una dirección.

b) Las líneas blancas marcan la separación de los carriles que siguen la misma dirección ó marca el lado derecho del pavimento.

c) En las líneas segmentadas es permitido rebasar los vehículos ó cambiarse de carril.

d) En las líneas continuas no es permitido rebasar ó cambiarse de carril.

Dimensiones de las Líneas Pintadas en el Pavimento de Vías

Las dimensiones de las líneas según las normas de tráfico son las siguientes:

1.- El ancho normal de las líneas longitudinales es de 10 cm a 15 cm, para este presupuesto se han escogido 10 cm de ancho para las líneas blancas y 0.10m para las líneas amarillas.

2.- La doble línea consiste en dos líneas paralelas separadas 20 cm.

3.- Las líneas segmentadas tendrán un ancho de 10 cm por tres metros, separadas cada 6 metros.

4.- Las líneas para cruce peatonal o Barra de seguridad para peatones, son de color blanco, miden 0,50 m x 3,00 m, separadas c/u por un metro. Al final de cada carril se colocará una línea de 0,15 cm de ancho ubicada a un metro atrás para que los vehículos paren en esta línea.
La señalización de cruce peatonal empezará en el límite de la intersección.

Símbolos de Asignación de Carriles de la Señalización Horizontal

- Símbolo **marca de siga recto.-** Tiene ancho de 0.30 y un largo total de 3,00m, la flecha es un triángulo equilátero que mide de base 1.00m y altura 1.00m

- Símbolo de **marca de Giro a la Izquierda ó Derecha.-** La longitud de punta a punta es de 2,50m, el ancho de la línea es 0,30m, la flecha mide de base 2.00m y altura 0,70m , del eje de la línea inicial a la punta de la flecha es 1,85 m.

- El símbolo para carril compartido para seguir recto y girar ya sea a la izquierda ó derecha es la unión de los dos símbolos anteriores.

Preparación de Superficie para el Pintado

El hormigón deberá tener por lo menos 30 días de fundido antes de realizar la pre-limpieza que es imperativa y se usará agua a presión ó aire comprimido para dejar la superficie libre de polvo, aceite y restos de hormigón suelto y de la membrana de curado. Al realizar la limpieza no debe dañarse la superficie ya sea por erosión ó por la utilización de productos químicos que causen abrasión. El contratista es responsable del correcto uso de los materiales y se deberá seguir las especificaciones del fabricante. La superficie del hormigón o del asfalto, no debe presentar ninguna clase de hormigón.

Pintura

Posterior al proceso de limpieza y preparación de la superficie de concreto indicado anteriormente, se aplicará pintura de tráfico acrílica amarilla o blanca. En caso de no hacer uso de esta aplicación, se recomienda utilizar pintura termoplástica cuyo representante en el Ecuador es AGI eléctrica. Deberá seguirse las especificaciones del fabricante y el contratista es responsable hasta la recepción definitiva y en caso que lo amerite deberá hacer el mantenimiento ó reparación respectiva. Podrán utilizarse pinturas de marcas CONDOR, GLIDEN ó similar.

Marcas Reflectoras en el Pavimento (TACHA)

Son señales que se pegan en el pavimento, generalmente son de un espesor menor a una pulgada pueden ser utilizados sobre las líneas continuas ó las líneas segmentadas, son de color rojo, amarillo, reflectorizado ó no reflectorizado, de forma cuadrada o circular serán ubicados de acuerdo a la prioridad de la señal, se encuentran indicado en el plano de señalización.

Procedimiento de Instalación de las Marcas Reflectoras (Tachas)

En general los siguientes puntos se aplican a todas las instalaciones de tachas.

1.- No instale tachas en juntas transversales ni longitudinales, sobre superficies de pavimento deteriorados.

2.- No instale tachas sobre marcas existentes en el pavimento tales como pintura, termoplástico, etc.

3.- No instale tachas durante lluvia o inmediatamente después de la lluvia. Siga las instrucciones del fabricante del adhesivo.

4.- No permita al tráfico cruzar sobre las tachas inmediatamente después de la instalación.

Provea protección adecuada lo suficiente para evitar el movimiento de las tachas.

Preparación de la Superficie

1.- Todas las instalaciones se deben hacer sobre la superficie de la vía seca y limpia.

2.- Superficies de asfalto nuevos. Los marcadores o tachas funcionan bien cuando se aplican utilizando los adhesivos bituminosos CRAFCO o 3 M BT-69 o similares.

3.- Superficie de concreto nuevos. renueva la lámina de curado por chorro de arena antes de la aplicación del adhesivo y de las tachas.

4.- Temperaturas ambientales y del pavimento - siga las recomendaciones del fabricante del adhesivo sobre requisitos ambientales.

Señalización para los Desvíos del Tránsito durante la Construcción

a.- Descripción: Los desvíos son acciones provisionales que se toman, cuando se estima necesario, para que el tránsito vehicular tome otra ruta para evitar los sitios de obra.

b.- Procedimiento de trabajo : La habilitación de calles de desvío se efectuará con equipo y materiales adecuados y comprenderá señales de advertencia, e iluminación por las noches. Todos los trabajos, incluyendo mano de obra, equipos materiales y otros implementos que se utilicen para el desvío del transito, correrán por cuenta del contratista.

Las señales de tránsito que se utilicen por el desvío del tráfico, tendrán fondo color anaranjado, letrero y marco color negro, será de forma de sombra de 0,90 m x 0,90m, con una altura libre de 2,20 m. Toda el área de construcción deberá ser cercada ó cerrada con una cinta de color blanco y rojo alternados ó una cinta de colores vivos.

La señalización provisional (color anaranjado) deberá comenzar 200 m antes de los trabajos.

3.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

INTRODUCCIÓN

En esta sección, se presenta la recomendación de esta consultoría respecto del proceso constructivo que el contratista debe seguir para mitigar, en lo posible, los efectos negativos que pudieran suscitarse durante la implementación de la solución propuesta.

En este proceso básicamente se agrupan los siguientes aspectos: (1) campamento y prefabricación de elementos como pilotes, vigas, piezas ornamentales y barandas, (2) prefabricación de dispositivos de control durante la construcción, (3) publicación por prensa y colocación de dispositivos de control de tránsito, (4) demolición del puente y desalojo de escombros, (5) replanteo, (6) hincado de pilotes y construcción de la cimentación (7) transporte e izado de vigas, (8) construcción del tablero del puente, (9) arreglos en las zonas de las aproximaciones, de la superficie de rodadura y la señalización, (10) instalación eléctrica y cables de fibra óptica, (11) ajustes al sistema eléctrico y apertura al tráfico.

La Figura 48 muestra el flujograma del proceso constructivo sugerido para que sea utilizado para la implementación y puesta en funcionamiento de la solución propuesta.

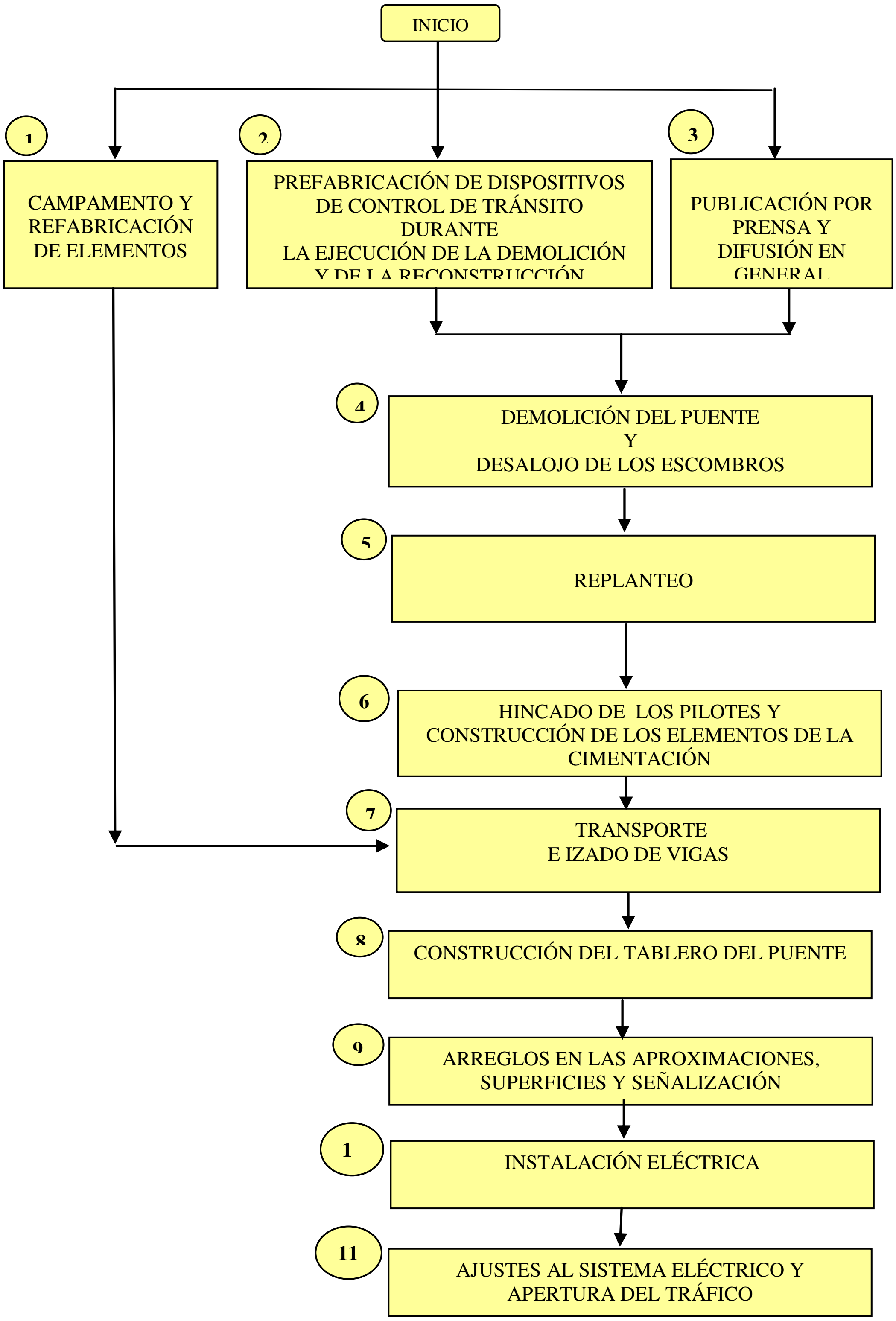


FIGURA 48 FLUJOGRAMA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

ACTIVIDAD 1:

CAMPAMENTO Y PREFABRICACIÓN DE ELEMENTOS

Esta es la primera actividad que se debe realizar. El campamento indica que el contratista debe tener una caseta junto al sitio de obra para que lleve el control de los trabajos y pueda alojar a la fiscalización. También, debe contar con baños tanto para los profesionales como para los obreros, y vivienda del guardián.

Respecto a la prefabricación de los elementos, estos deben realizarse en un patio o en una planta de prefabricados de hormigón. Se prohíbe la prefabricación en sitio de obra debido al espacio reducido de trabajo que se encuentra disponible y a la mayor incomodidad que una deliberada acción como esta pueda causar a la ciudadanía. Los elementos a prefabricar serán todos los que se puedan prefabricar; en este caso, primero los pilotes, y luego, las vigas pretensadas de los tableros, los neoprenos de apoyo, las barandas y los elementos ornamentales. Dado que los elementos de la superestructura son decorativos se exigirá el uso de moldes metálicos, en especial para las vigas, barandas y los postes arquitectónicos. Todos estos elementos deberán contar escantillones para evitar los filos vivos que son propensos a despostillamientos. En síntesis, el acabado de estos elementos debe ser excelente de acuerdo a los planos de diseño, y que deben cumplir exactamente las disposiciones de calidad establecidas en las especificaciones técnicas de construcción respectivas.

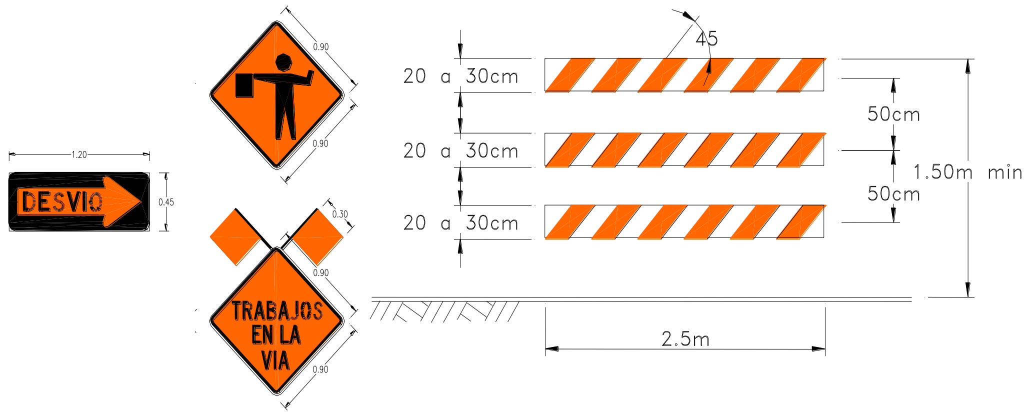
ACTIVIDAD 2:

Prefabricación de Dispositivos de Control de Tránsito durante la construcción la Construcción y Demolición del Puente

Esta es la segunda actividad que se debe realizar, aunque puede ser simultánea. El contratista deberá subcontratar la elaboración de los letreros que se deberán fabricar en uno o varios talleres especializados, de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción, en caso de que este no sea una empresa especializada en esa área.

La prefabricación debe incorporar no solo las señales verticales permanentes que constan en los planos de diseño, sino que además, las barreras de seguridad y los dispositivos de control de tránsito de uso durante la demolición y reconstrucción del puente. Dado que el cruce quedará cerrado durante el lapso que transcurra entre la demolición y reconstrucción del puente, el contratista estará obligado a revisar el proceso de su trabajo para minimizar este tiempo que la ciudadanía de Milagro no contará con este puente. Por ello, deberá precautelar la seguridad de los usuarios y colocar adecuadamente dispositivos, tales como los que se presentan en la Figura

49.



* barricada

FIGURA 49 DISPOSITIVOS A UTILIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

ACTIVIDAD 3:

Publicaciones en Prensa y Colocación de los Dispositivos de Control

Una semana antes de tener todo listo para realizar la demolición del puente y realizar los trabajos en el sitio, el contratista deberá lanzar una campaña de información y difusión (ie., periódico, radio, etc.) a la ciudadanía para que esta esté prevenida sobre los trabajos que se realizarán. De esta manera, el usuario frecuente podrá optar por otras rutas alternas durante la ejecución de los trabajos. También podrá elaborar panfletos que podrán ser entregados a los usuarios y ciudadanos en general. Esta actividad debe ser coordinada con la fiscalización y con el Municipio de Milagro. Una vez que la maquinaria de demolición ha arribado al sitio de obra, se colocan los dispositivos de control de tránsito durante la construcción (ver Figura 50).

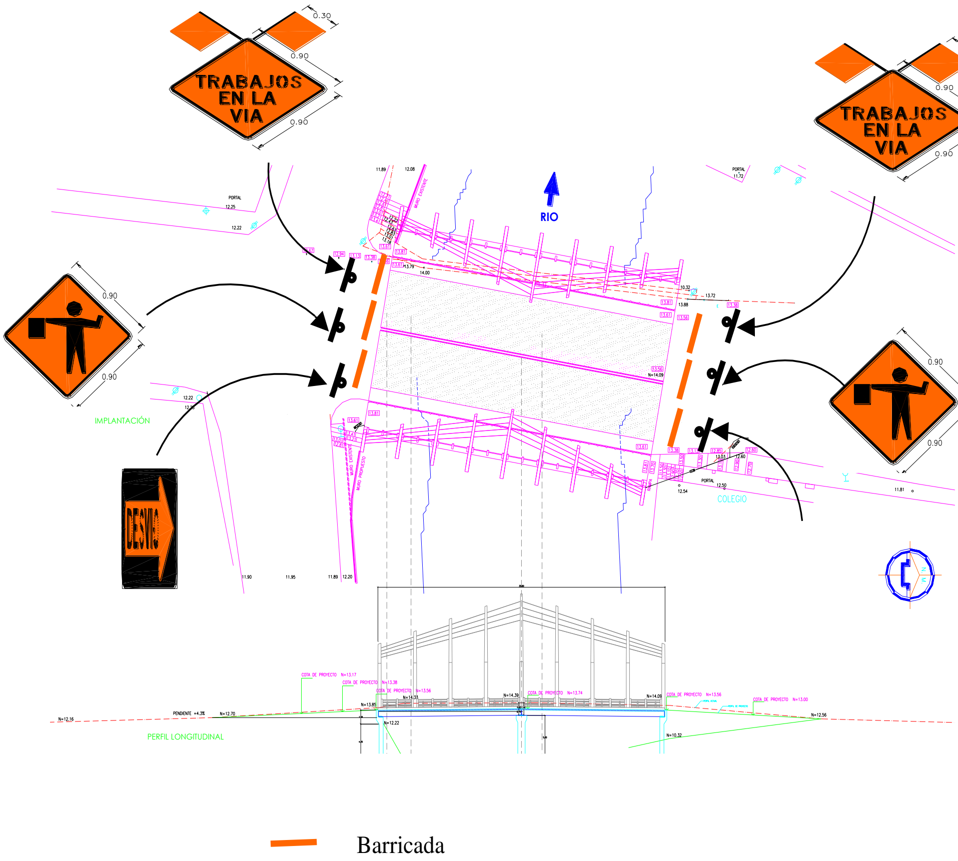


FIGURA 50. DISPOSICIÓN DE SEÑALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

ACTIVIDAD 4:

Demolición del Puente y Desalojo de Escombros

Todo el puente viejo debe ser demolido. Esta operación exigirá de una acción rápida, efectiva y cuidadosa. No se permitirá utilizar explosivos dada la cercanía de las viviendas y de los moradores del sector, a menos que se apliquen técnicas que controlen perfectamente el colapso de los elementos viejos sin lanzar los escombros hacia el aire.

La demolición igualmente puede realizarse por percusión, esto es, por el golpe de un martillo o punta de uno o varios compresores neumáticos. Luego de la demolición del tablero, los trabajos deben continuarse en todos los frentes, esto es, en pilas y estribos en forma simultánea para minimizar este tiempo que afecta a la ciudadanía. En el proceso, se deberá ubicar un botadero de todos estos escombros. El botadero pudiera ser un predio de propiedad privada, que dada la topografía de la ciudad (ie, baja y propensa a inundaciones) se estima que no le será difícil al contratista ubicar un solar baldío donde se le permita ubicar estos escombros. El contratista bajo ningún concepto deberá dejar en el lecho del río material de demolición. Si lo hace, recibirá fuertes multas de la Municipalidad por perjuicios ambientales a los drenes naturales.

También se deberá acondicionar temporal sustento a las líneas de los servicios (ie., líneas eléctricas, telefónicas, AAPP, etc.) que se suspenden el puente viejo.

ACTIVIDAD 5:

Replanteo.

Una vez realizada la demolición y el desalojo de los escombros, el contratista deberá replantear cuidadosamente la implantación del puente de acuerdo a lo establecido en los planos. En este aspecto, se deberá definir claramente la ubicación de los pilotes, de las zapatas, de los estribos y pilas, etc.

Sin embargo, se debe reconocer que suelen aparecer imprevistos que exijan a la fiscalización y al contratista realizar ajustes en este replanteo. Esto será factible ejecutar. Al final, el contratista en conjunto con la fiscalización firmarán un acta de mutuo acuerdo acerca del replanteo del nuevo puente.

ACTIVIDAD 6:

Hincado de Pilotes y Construcción de la Cimentación

Una vez replanteada la cimentación, se procede al traslado de los pilotes previamente construidos y se procede a su hinca. La hinca de los pilotes debe ser cuidadosamente realizada para garantizar que el pilote llegue al estrato resistente establecido en el estudio de suelos. En caso de que por rechazo (ie., número de golpes) el pilote no llegue a la cota de cimentación establecida en los planos. La fiscalización deberá realizar una investigación determinando la causa de esta situación. Usualmente con la hincada de un segundo pilote contiguo se pueden establecer inferencias sobre estas causas. En todo caso, la fiscalización deberá estar muy atenta durante el proceso de hincado.

Posterior a la hinca, se procede a la construcción de la cimentación, que comprende a los estribos y a las pilas, para lo cual, se deberá eliminar la parte excedente del hormigón de los pilotes para descubrir al acero de refuerzo y embeberlo en las zapatas de cimentación y arriostramiento a construir.

Posterior a las zapatas, se continua desarrollando colocando los hierros y el encofrado; finalmente, el hormigón de estos elementos es colado y adecuadamente vibrado.

Dependiendo del mes en que se inicien los trabajos, puede existir la necesidad de que el contratista deba achicar el agua del río por efecto de cotas. Es imperativo entonces que el contratista realice una serie de obras falsas, como la colocación de un tabla estacado temporal (ie., de acero o de hormigón) en el perímetro de las zapatas.

Una vez que las zapatas están construidas, el proceso de construcción de los estribos y pilas se realiza de una manera acelerada, los mismos que deben ejecutarse en conformidad con lo establecido en los planos de diseño.

ACTIVIDAD 7:

Transporte e Izado de Vigas.

Construida la cimentación, se procede a arreglar el terreno de las aproximaciones para permitir que los equipos de transporte (ie., plataformas) e izado (ie., grúa hidráulica) arriben al sitio de obras y puedan operar segura y maniobrar cómodamente durante el proceso de lanzamiento de las vigas. Se colocan los neoprenos en posición revisando su nivelación y alineamiento.

Dado el peso de las vigas, se estima que una grúa de 75 Toneladas de capacidad puede izarlas fácilmente desde un extremo. Por lo expuesto, no se prevee la necesidad de realizar especiales obras falsas como espigones u otros dispositivos que en otros casos más complicados facilitan el lanzamiento de estos elementos.

ACTIVIDAD 8:

Construcción del Tablero del Puente.

Una vez colocadas todas las vigas en posición, se procede a colocar el armado de la losa y la colocación del encofrado lateral del tablero. Una vez que se comprueba el armado cumple con lo dispuesto en los planos se procede a la fundición de la losa. En el caso de las veredas, barandas y elementos ornamentales de hormigón, se procederá a dejar chicotes en la losa que permitan desarrollar conectores de corte y de amarre con la barrera de seguridad, barandas y con los elementos ornamentales de hormigón. Estos últimos podrán ser prefabricados, que si lo son a criterio del contratista deberán dejarse adecuados anclajes en la losa para su sujeción e instalación.

Posteriormente, se construirán las veredas, se colocarán las barandas, los tubos de drenaje, y los elementos ornamentales.

ACTIVIDAD 9:

Arreglos en las zonas de las Aproximaciones, superficie de rodadura y la Señalización.

Una vez fundida la losa del tablero, se procederá a realizar los arreglos en las zonas de las aproximaciones (ie., relleno, compactación del suelo, colocación de material de sub. base granular, fundición de losa de aproximación y capa de rodadura asfáltica), en el carril de bicicletas con una capa de hormigón asfáltico de 5 cm. de espesor, así como los acabados en cuanto a la señalización horizontal y vertical en concordancia con los planos de diseño.

ACTIVIDAD 10:

Instalación eléctrica y cables de fibra óptica.

Una vez concluida la obra civil mayor, la instalación eléctrica se realiza colocando el cableado eléctrico, las lámparas especificadas sobre los elementos ornamentales. Adicionalmente, se colocarán los cables de fibras ópticas para la iluminación indirecta nocturna. Todos los interruptores, acometidas y cajas deberán ser colocadas en conformidad con los planos eléctricos, y su funcionamiento comprobado.

ACTIVIDAD 11:

Ajustes al Sistema eléctrico y Apertura al Tráfico.

Finalmente, se realizan los últimos ajustes al sistema eléctrico tales como templada de cables, revisión de switches, etc. Una vez concluidas estas labores, se estará listo para la apertura al tráfico. Para entonces, la fiscalización habrá informado al Departamento de Obras Públicas Municipales la intención de realizar la apertura, y con ello, la nueva inauguración del puente.

3.5 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE TRABAJO.-

En esta sección, se presenta el presupuesto referencial y el cronograma de trabajo de los trabajos civiles y eléctricos así del presente estudio.

Las cantidades de obras fueron obtenidas en base a las memorias y los planos de diseño, y llevan un código de identificación en correspondencia con el manual MOP-001-f-2000, que contiene además las especificaciones generales de construcción.

El precio unitario de cada actividad en definitiva es la suma de los costos directos e indirectos, el costo directo está compuesto del Equipo, Mano de Obra, Materiales y Transporte de los mismos; el costo indirecto lo forman los Gastos Generales, la Utilidad, los Imprevistos, Fiscalización y cargos adicionales. El presente capítulo incluye los análisis de precios unitarios de los rubros considerados en el presupuesto. Los costos indicados se han actualizado a enero del 2003.

A continuación se presentan el presupuesto referencial, el cronograma valorado y el cronograma de trabajo.

3.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como resultado del proceso de diseño se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- La alternativa de diseño seleccionada cumple con todos los requerimientos necesarios y satisface todos los problemas que se presentan en la actualidad en el puente, además de proporcionar una estructura estable y en su totalidad nueva.

- De los estudios geotécnicos se obtuvieron todos los parámetros considerados en el proceso de diseño pero se recomienda que en el momento de la construcción se verifiquen los parámetros del suelo con nuevas perforaciones.

- La alternativa seleccionada proporciona continuidad en el ancho de la avenida y reduce la exagerada curva vertical existente mediante la utilización de vigas de menor peralte.

- Las vigas del puente se las modelo en los programas CONCISE y SAP2000, como resultado de esto se puede concluir que los datos proporcionados por el programa CONCISE son mas confiables ya que considera mas parámetros para el diseño y presenta datos mucho mas exactos.

- Las especificaciones técnicas presentadas están normadas por el MOP (Ministerio de Obras Públicas).

- El proceso constructivo proporcionado sugiere una construcción en el mínimo tiempo requerido de tal forma que se evite molestias prolongadas a la ciudad.