

REMODELACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL PUENTE LUIS A. MARTÍNEZ CIUDAD DE AMBATO

Ing. Edwin Poveda Almeida
PLANING CÍA. LTDA.

RESUMEN

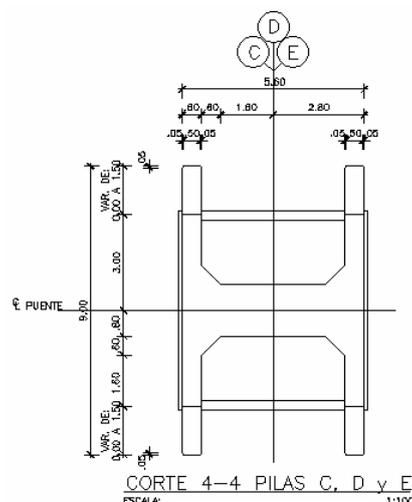
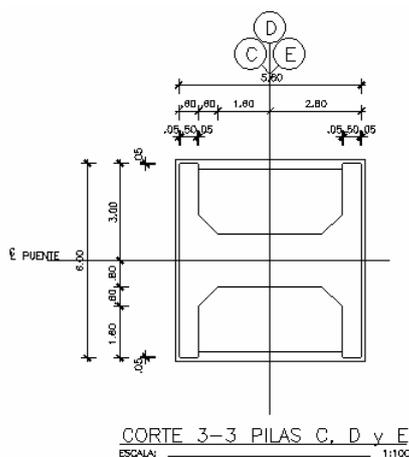
Se presenta los estudios realizados para el “retrofitting” del Puente Luis A. Martínez de la ciudad de Ambato. Se trata de un puente con infraestructura de hormigón armado y la superestructura sobre vigas de hormigón postensado prefabricadas, excepto en los accesos en que las vigas son fundidas en sitio. Se concluye que la capacidad del puente no puede ser aumentada sin desarmarlo, por lo que se opta por hacer refuerzos mínimos requeridos por aumento de carga de aceras y peatones, considerando además que siendo un puente de ciudad, no ha habido aumento del convoy de carga. Pero se plantea una mejora sustancial de los accesos del puente, los que a lo largo de este estudio y anteriores estudios de tránsito, demostraron ser los conflictivos, logrando soluciones de presupuesto razonable y de ejecución sin interrupciones de circulación. El presente estudio ha sido realizado por contrato de PLANING CÍA. LTDA. Con el I. Municipio de Ambato y han participado por la Consultora los Ingenieros Rodrigo Salguero Isch, Edwin Poveda Almeida y Marco Manzano Oña.

Antecedentes.-

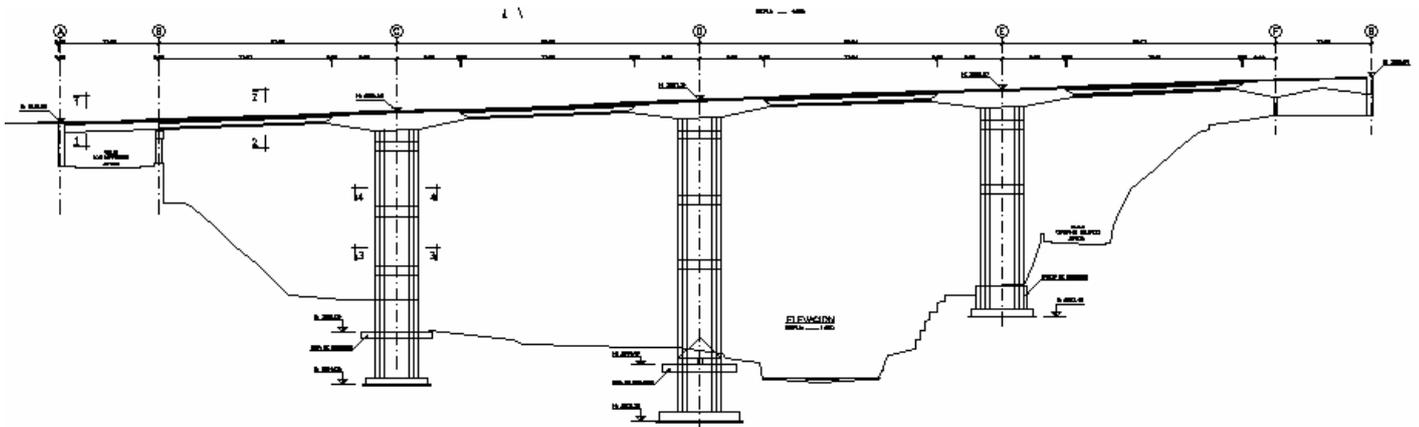
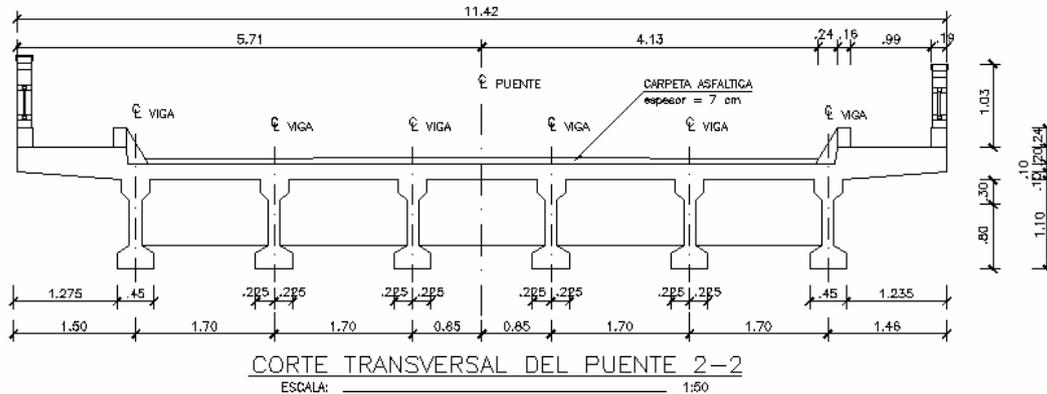
El puente Luis A. Martínez de Ambato constituye una estructura de vital importancia para el funcionamiento de la ciudad. Su construcción terminada en el año 1978, marcó un antes y un después en la movilización vehicular de la ciudad, en la que su mayor fortaleza radica en el intenso comercio que es el núcleo de sus actividades, pero permitió también la ampliación de la ciudad hacia los barrios al otro lado del río y además sirvió al alto tráfico peatonal, que llegando de las parroquias aledañas, quiere llegar al centro de la ciudad.

Se trata de una estructura de hormigón armado y de hormigón postensado en sus vigas principales. No existen los planos del diseño original que se sabe fueron realizados por el Ing. Rodrigo Rovayo a inicios de los años 70. Existen los planos de construcción presentados por el Ministerio de Obras Públicas al Consejo Provincial de Tungurahua, propietario del Proyecto, en el año 1974. De estos planos obtuvimos la siguiente información, para ser verificada en el sitio.

La cimentación, superficial, presenta plintos armados de 1.30 m. de altura. Las pilas, tres en la longitud del puente, son en forma de H, bien concebidas, con dimensiones de 5.60 por 6.00 m. en sus alas, en el cuerpo de ellas, en la cabeza se amplían para llegar hasta los 9.00 m. en el sentido transversal al puente. Terminan en unos grandes cabezales de 8.50 m. de longitud que a su vez contienen unas ménsulas para el soporte de las vigas de 0.90 m. de longitud.



Tiene 6 vigas postensadas en cuatro tramos de 22.80 m. de longitud y 6 vigas en un tramo de 23.10 m., prefabricadas y lanzadas a su posición, de forma I, simplemente apoyadas. En los dos costados, en los accesos, las vigas son fundidas en sitio, de 12.98 y 13.50 m de longitud.



Durante los 30 años de vida de la estructura no ha existido un verdadero mantenimiento. La falsa creencia de nuestra cultura profesional, que el hormigón es eterno, ha llevado a un descuido en la conservación de un puente que es de primordial importancia para la ciudad. El I. Municipio de Ambato, preocupado por los deterioros que se observan a simple vista, propone realizar los estudios para un mantenimiento completo y hasta donde sea posible, el mejoramiento del puente.

Dadas las dificultades y los costos involucrados en reforzar puentes existentes para las nuevas cargas de las normas, frecuentemente eso no se justifica. Frente a la opción de no hacer nada, la opción que se está tomando es la de prevenir una falla inaceptable, pero ha sabiendas que en un sismo mayor habrá un daño estructural considerable. En el retrofitting de un puente intervienen demasiados factores políticos y no técnicos, por lo que se requiere una cantidad considerable de buen criterio. (I. Bucle, I. Friedland).

La capacidad de carga viva de un puente puede incrementarse de varias maneras (1) aumentando elementos, (2) aumentando soportes, (3) reduciendo la carga muerta (4) dando continuidad a las vigas, (5) dando acción compuesta a las vigas, (6) aplicando postensionamiento externo (7) aumentando la sección transversal de los elementos, (8) modificando los carriles de carga, (9) agregando soportes laterales o rigidizadores. Debemos analizar siempre el reforzamiento de un puente contra su reemplazo o su traslado

El mal uso de ciertos términos da lugar a errores de interpretación de las labores que realizamos en la intervención planteada en una estructura. Así deberíamos ponerlos en claro para lo que tomamos de la referencia W. Chen y L. Duan, los siguientes:

Mantenimiento: Es el trabajo preventivo para tener al puente en su condición y evitar su deterioro.

Rehabilitación: Restaurar el puente a su condición inicial

Reparación: Acción técnica de la rehabilitación. Corregir daños o deterioros para llevarlos a su condición original.

Rigidización: Mejora de las condiciones de servicio tales como excesivas deformaciones o fisuramientos, vibraciones inaceptables, etc.

Reforzamiento: Incremento de la capacidad de carga de una estructura existente mejorando el servicio que prestaba originalmente. Se dice también modernización de la estructura.

Objetivos.-

Los objetivos planteados para lograr la remodelación y mejoramiento del puente fueron planteados de la siguiente manera:

- Reforzamiento estructural para actualizar la capacidad de carga del puente a las normativas actuales. El puente fue diseñado para una carga HS-20-44 y queremos que permita el tránsito vehicular pesado de los camiones actuales, esto es la carga HL-93
- Mejorar la capacidad de los accesos al puente, motivo primordial de la falta de fluidez en el tráfico vehicular sobre él.
- Ampliación de las aceras para mejorar la capacidad del tráfico peatonal, muy importante en el área.

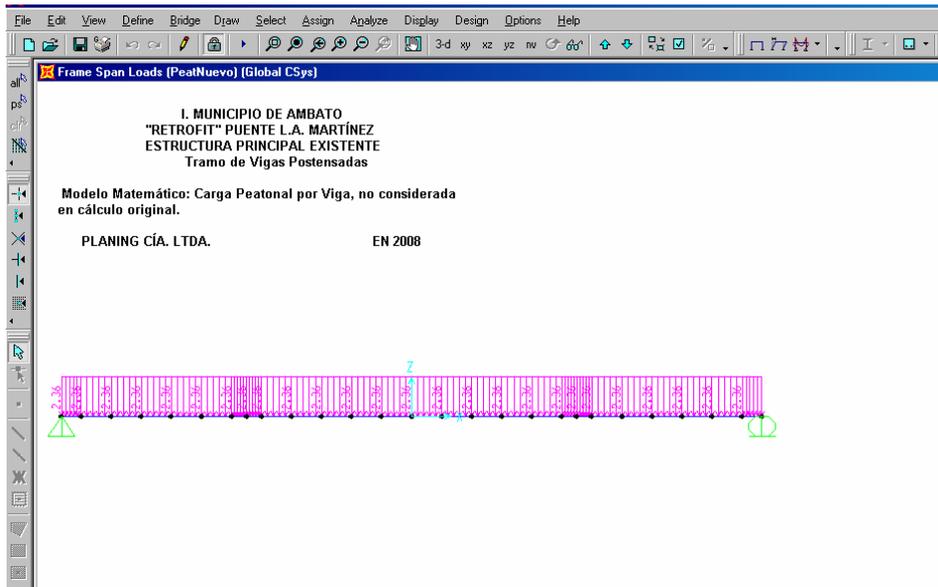
Evaluación estructural y de la capacidad de carga.-

Una de las premisas impuestas por el propietario para los trabajos de mejoramiento del puente es que éstos deben realizarse con interrupciones mínimas del tránsito sobre el puente. Esta razón impide realizar un trabajo completo de reforzamiento de las ménsulas que soportan a las vigas lo cual impide lograr una mejora de la capacidad de carga. Felizmente el tránsito de vehículos pesados se ha auto restringido, dado que es un puente en el centro de la ciudad, hasta la situación actual en la que no existe tráfico pesado sobre el puente. Ya existe la restricción, y se la mantendrá, al acceso de trailers y tracto mulas sobre el puente.

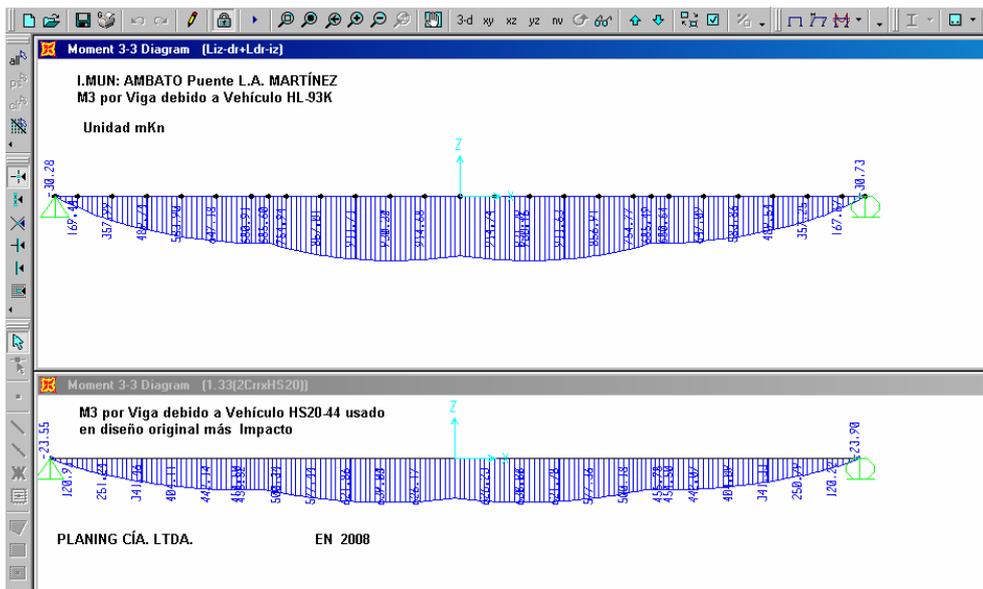
Se realizó un análisis completo de la capacidad de carga del puente, confirmándose lo que ya se esperaba. La ampliación de las aceras y de su tráfico peatonal, exige un reforzamiento de los elementos del puente. Se ha decidido, sobre la base de los cálculos efectuados, realizar un reforzamiento mediante platinas de polímeros reforzadas con fibras de carbón y pegadas en los sitios que queremos mejorar la condición de esfuerzos con resinas epóxicas, tanto en los sitios de mayores momentos como en los sitio de mayores cortantes.

El paso del tiempo ha agravado una serie de fisuras mínimas, muchas de ellas juntas frías del proceso de construcción, que también tienen que ser reacondicionadas, para lo cual las platinas de polímero con fibras de carbón son también muy eficientes.

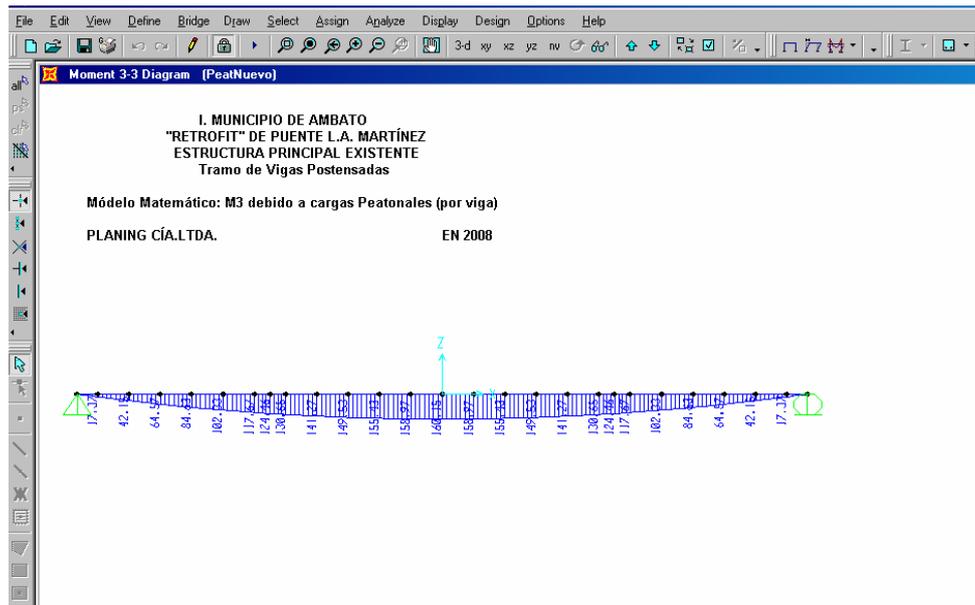
Los resultados obtenidos como salidas del computador se pueden observar en los gráficos siguientes:



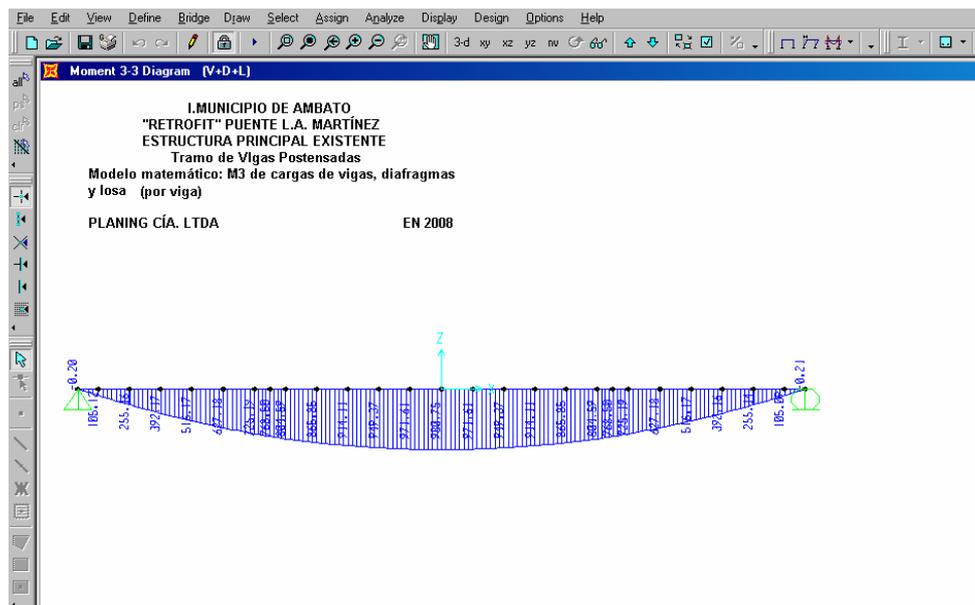
Carga peatonal que incrementa los esfuerzos en las vigas al considerarla conjuntamente con la ampliación del ancho de las aceras. (Modelo matemático, Ing. Rodrigo Salguero Isch)



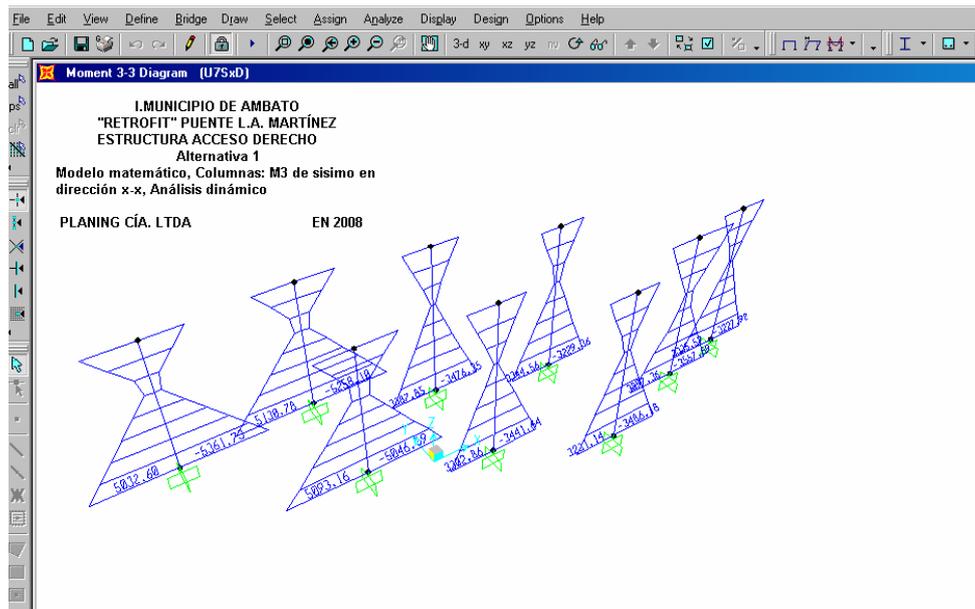
Comparación de momentos entre cargas normativas, actual y la utilizada en el diseño del puente, observándose su incremento. (Modelo matemático, Ing. Rodrigo Salguero Isch)



Momentos generados en las vigas por la carga peatonal. (Modelo matemático, Ing. Rodrigo Salguero Isch)



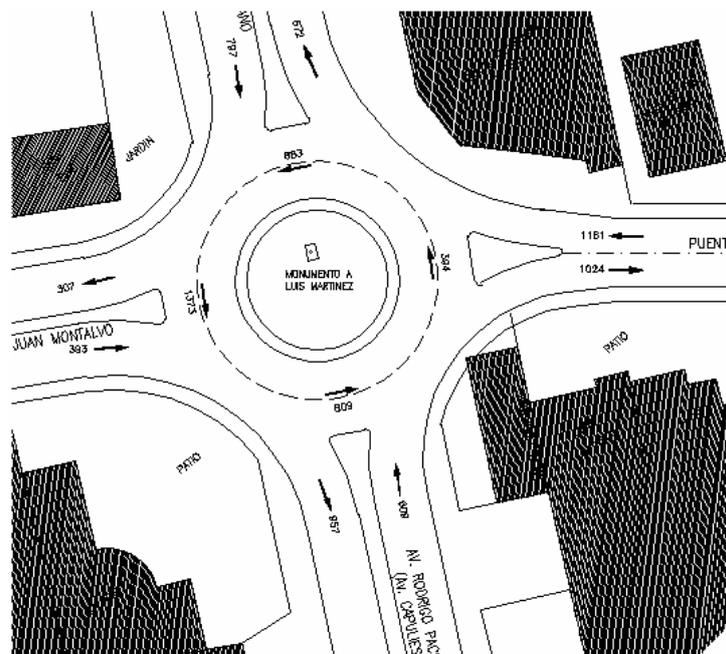
Momentos generados en las vigas por las cargas de peso propio. (Modelo matemático, Ing. Rodrigo Salguero Isch)



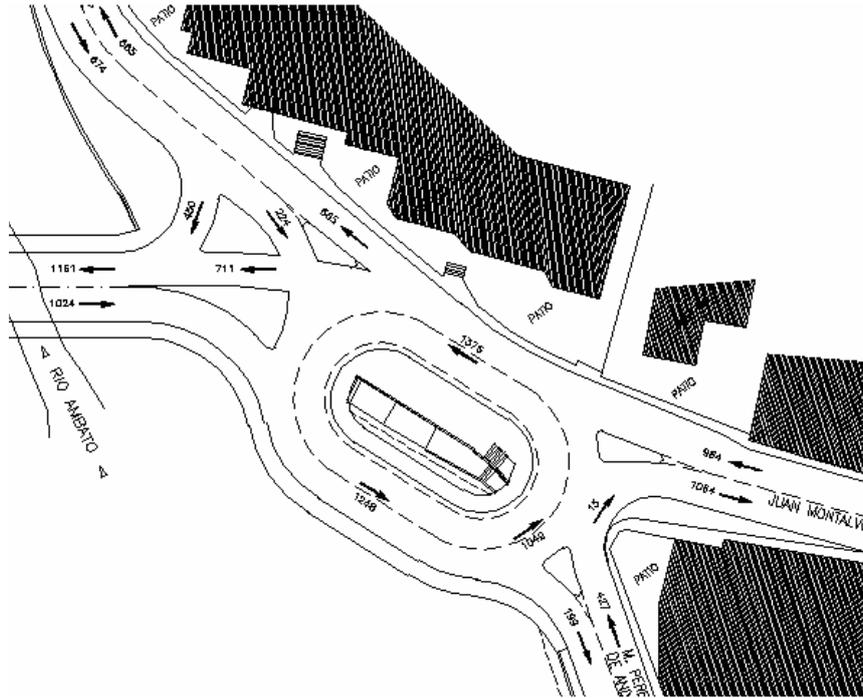
Momentos en las columnas del puente frente a la acción del sismo en el sentido del puente, obtenidos por análisis dinámico de la estructura espacial. (Modelo matemático, Ing. Rodrigo Salguero Isch)

Información complementaria.-

Las decisiones tomadas relativas al puente han sido debidamente sustentadas con la realización de dos estudios de tráfico, uno del año 2002 realizado para todo el sistema de puentes sobre el río Ambato y otro específico para el puente Martínez realizado en el presente año. Los estudios demuestran que la capacidad del puente no es lo crítico, inclusive proyectada la demanda hasta el año horizonte, marcado en el año 2027. Lo crítico es la capacidad de los accesos y la falta de capacidad de las aceras del puente.



Proyección de circulación vehicular al año horizonte, margen izquierda. (Elaboración: PLANING, Ing. Ivón Mayorga G. e Ing. Francisco Cevallos M.)



Proyección de circulación vehicular al año horizonte, margen derecha. (Elaboración: PLANING, Ing. Ivón Mayorga G. e Ing. Francisco Cevallos M.)

Soluciones planteadas.-

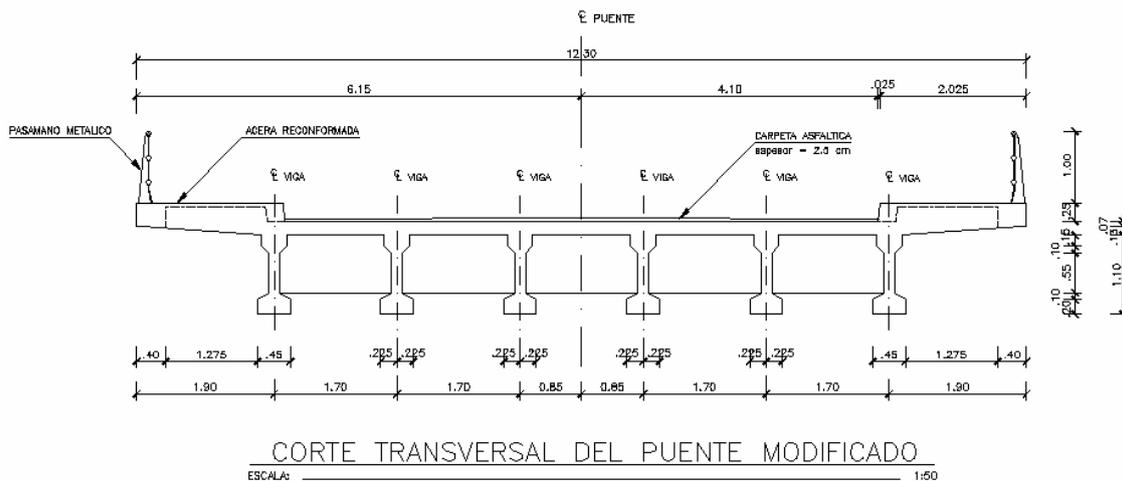
Las soluciones a implementarse enfrentan los tres problemas básicos encontrados en el funcionamiento del puente, esto es:

- Mantenimiento completo del puente, incluyendo limpieza general, retiro de cargas excesivas e innecesarias, reparación de malas fundiciones y hormigueros, neutralización de efectos de corrosión de aceros de refuerzo, inyección de fisuras, reforzamiento estructural con bandas de fibra de carbono (gráficos) y pintado del puente con pintura incolora como protección total.

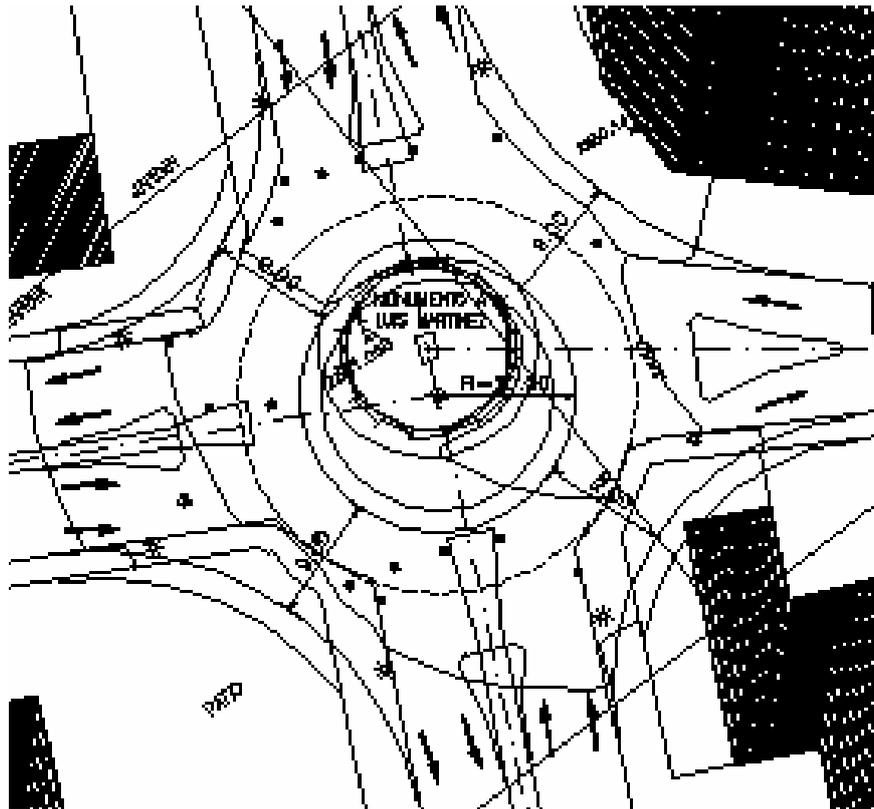




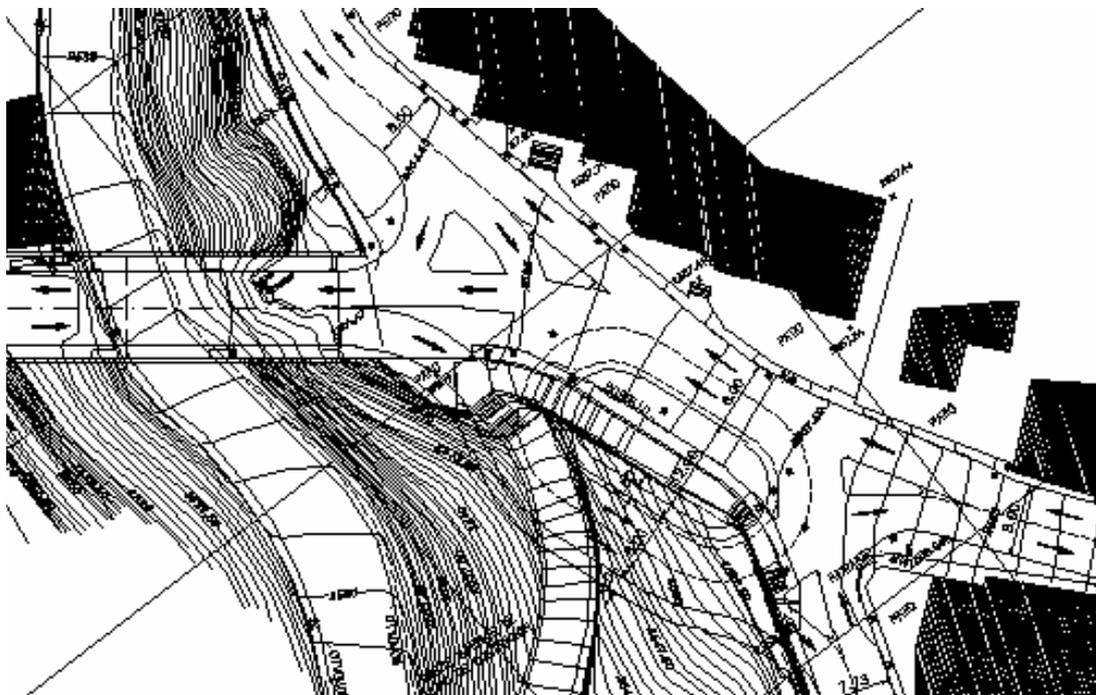
- Ampliación de las aceras retirando el rechazo vehicular existente y por fundición de un adicional de tablero a cada lado del puente. De esta manera conseguimos, sin reducir los tamaños de las calzadas, ampliar la acera hasta 2.10 m. La recomendación de los estudios de tráfico ya mencionados nos pedía aceras de al menos 2.00 m.



- Ampliación de los accesos. Los puntos críticos de atasco vehicular son los accesos, tanto en margen izquierda como en derecha. Se han estudiado varias alternativas de mejoramiento, incluyendo la posibilidad de pasos elevados o deprimidos, semaforización “inteligente” y ampliación de ellos. Finalmente, la solución adoptada amplía los accesos al puente, en la margen izquierda con una reconformación del redondel existente, ampliando los diámetros de circulación y las vías de entrada y desalojo del puente y, en la margen derecha, con una estructura adicional que nos permite generar un ovoide de distribución del tráfico que accede o sale del puente. La construcción de esta nueva estructura no interferirá con el normal desempeño del puente hasta su ejecución completa.



**Alternativa de mejoramiento del acceso en margen izquierda, ampliando el redondel existente.
(Diseño Vial, Ing. Marco Manzano O.)**



**Alternativa Distribuidor Derecho Pequeño, estructura nueva propuesta en la margen derecha.
(Diseño Vial, Ing. Marco Manzano O.)**

Conclusiones y Recomendaciones.-

1. Se hace urgente una intervención de mantenimiento y reparación de una estructura que ya tiene 30 años de vida.
2. No es posible aumentar la capacidad de carga útil del puente, el apoyo de vigas se realiza sobre ménsulas que solo podrían reforzarse desmontando totalmente el tablero y removiendo las vigas.
3. Las reparaciones planteadas se pueden realizar con un mínimo de molestias al tráfico vehicular, la que en el peor de los casos no debería exceder de 112 días. (En anexos se adjunta los cronogramas estimados para las obras de construcción.)
4. Se hace imprescindible encamisar, en una caja apropiada, a todas las tuberías que cruzan el puente, afeándolo.
5. La construcción de la facilidad vehicular de la margen izquierda se la podrá realizar independientemente de las reparaciones y sin afectar a la funcionalidad del puente sino ya el momento de realizar las adecuaciones finales.
6. La ampliación de los accesos redundará en una mejora ostensible del tráfico de la zona, inclusive hasta el año horizonte.
7. Se complementará con la entrada en servicio del nuevo puente Juan León Mera, notándose una transformación en el servicio que prestan los puentes sobre el Río Ambato.

Recomendamos al I. Municipio:

1. Las reparaciones y mantenimiento planteados son urgentes y deben realizarse independientemente de cualquier medida adicional.
2. La ampliación de los accesos mejorará en gran medida la circulación vehicular, para lo que PLANING recomienda que se escoja las alternativas que brindan los menores costos y sus plazos de ejecución más corto.

Referencias.-

- Planing Cía. Ltda., 2002. **Estudio de Tránsito, Estudio Integral del Puente Vehicular sobre el Río Ambato en la calle Fernández entre Avs. Los Capulíes y Albornoz.** Para el Ilustre Municipio de Ambato.
- Planing Cía. Ltda., 2008. **Estudios de Remodelación y Mejoramiento del Puente Luis A. Martínez,** Para el Ilustre Municipio de Ambato. Informe de Fase 1.
- Ilustre Municipio de Ambato, 2008. Departamento de Obras Públicas, **Ing. Francisco Cevallos Moreno, Estudio de Verificación del Tráfico Vehicular y Evaluación de la Capacidad de Tráfico de las Alternativas Propuestas.**
- F. W. Klaiber, T. J. Wipf, Iowa State University, **Strengthening and Rehabilitation, Bridge Engineering Handbook, W. F. Chen, L. Duan (Editors).** CRC Press, 1999.
- I. G. Bucle, I. M. Friedland (Editors), **Seismic Retrofitting Manual for Highway Bridges,** Federal Highway Administration, VA. 1995.
- Sika Ecuatoriana S. A., 2008. **Informe Técnico, Diagnosis Puente Luis A. Martínez, Ensayos de campo.** Informe preparado para PLANING CÍA. LTDA.
- Sika Ecuatoriana S. A., 2008. **Hojas Técnicas de Productos.**