DICTÁMEN TECNICO

Relativo al Título de Concesión para la Construcción, Explotación, Operación, Conservación y Mantenimiento del Viaducto Elevado en el Estado de México, en los tramos: Periférico Manuel Ávila Camacho desde el Toreo de Cuatro Caminos en Naucalpan a Valle Dorado en Tlalnepantla (Km 23+000 de la Autopista México-Querétaro) y del Km 23+000 al Km 44+000 de la Autopista México-Querétaro, en Tepotzotlán, "VIADUCTO BICENTENARIO", y a la sobreinversión registrada en la ejecución de la primera etapa, se determina lo siguiente:

ANTECEDENTES.

I. Previo el procedimiento de licitación pública, y habiendo sido declarada licitante ganadora OHL Concesiones México, el 7 de mayo de 2008 fue otorgada por la Secretaría de Comunicaciones del Gobierno del Estado de México (la "Secretaría"), a "Viaducto Bicentenario, S.A. de C.V", la Concesionaria, constituida para tal fin por la licitante ganadora, el Título de Concesión para la construcción, explotación, operación, conservación y mantenimiento del Viaducto Elevado en los tramos: Periférico Manuel Ávila Camacho desde el Toreo de Cuatro Caminos en Naucalpan a Valle Dorado en Tlalnepantla (km. 23+000 de la Autopista México Querétaro) y del km. 23+000 al km. 44+000 de la autopista México-Querétaro, en Tepotzotlán" (el "Título de Concesión").

II. OHL Concesiones México S.A. de C.V. participante y ganadora de la Licitación para la Concesión presentó para la primera etapa, con base en el proyecto técnico e información preliminar de geotecnia, una propuesta de inversión de $ 5 332 091 273.00 (cinco mil trescientos treinta y dos millones noventa y un mil doscientos setenta y tres pesos 00/100 M.N.), a costos de marzo de 2008, sin embargo, una vez realizado el Proyecto Ejecutivo, mismo que sufrió diversos cambios, atendiendo a la problemática técnica y social que se fue presentando, dicho costo se incrementó al 31 de Diciembre de 2010 como obra

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

16

34

certificada y reconocida a $ 8 098 027 281.00 (ocho mil noventa y ocho millones, veinte y siete mil doscientos ochenta y un pesos 00/100 M.N.),

III. Mediante escrito de fecha 7 de marzo del dos mil once, la Concesionaria, solicitó la suscripción de un Convenio Modificatorio, considerando la sobreinversión realizada en la primera etapa del Viaducto, por lo que al respecto, se procede a analizar el contenido del anexo 1 de la solicitud.

En el escrito de referencia, los solicitantes fundamentan su solicitud en diversas consideraciones, entre otras las siguientes:

PROYECTO EJECUTIVO Y CAMBIOS EN EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Para la construcción de la primera etapa del Viaducto, Tramo Toreo de Cuatro Caminos a Tepalcapa cuerpo derecho, la Concesionaria contrató a la empresa Grupo Rioboo, S. A. de C.V. para el desarrollo y ejecución de los estudios de campo definitivos así como para la realización del proyecto constructivo.

Durante el desarrollo de los trabajos del proyecto y derivado de las preocupaciones sociales que se vinieron externando durante el desarrollo de los trabajos del proyecto ejecutivo, se tuvo la necesidad de realizar trabajos adicionales, cuyo costo no fue previsto en la propuesta original, tal es el caso de que con fecha 22 de Septiembre 2008, se suscribió por parte del El Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México (EL SAASCAEM) y la Concesionaria un Convenio de Colaboración, con el **INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM (IIUNAM)** a fin de involucrar a tan prestigiada institución, a efecto de que un tercero independiente al proyecto evaluara y en su caso validara y/o sugiriera las modificaciones que resultaran pertinentes en los siguientes apartados:

- Revisar, Analizar y Evaluar los aspectos relacionados con la Ingeniería Geotécnica y la Ingeniería Geosísmica asociados con el análisis, diseño y construcción del Viaducto Bicentenario.
- Revisar, Analizar y Evaluar los aspectos relacionados con la Ingeniería y Conceptos de Estructuras asociadas con el análisis, diseño y construcción del Viaducto Bicentenario.

Asimismo, durante la realización de los estudios de campo de geotecnia y de mecánica de suelos a lo largo del Tramo, se encontraron zonas de suelo

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

35

desfavorables no detectadas durante la campaña geotécnica preliminar, inclusive fallas de tipo aluvial de profundidad considerable. Esto aunado a los requerimientos de cálculo impuestos por el IIUNAM incidieron de manera directa en la concepción y solución del proyecto estructural y geotécnico definitivo del Viaducto.

Atento a lo antes mencionado, a continuación se exponen los aspectos mas relevantes que sufrieron cambios y representaron incrementos en las inversiones, mismos que fueron determinados por el Proyecto Ejecutivo y los estudios definitivos en materia estructural y geotécnica:

1. ASPECTOS SISMO GEODINÁMICOS DEL SUELO.

En el desarrollo del proyecto del Viaducto Bicentenario se realizaron estudios de campo para encontrar la respuesta sísmica del terreno para la revisión dinámica del proyecto "Viaducto Bicentenario", con la finalidad de tener un mejor conocimiento del terreno y las diferentes características a enfrentar tanto para el diseño como el proceso constructivo. Dichos estudios permitieron desde el punto de vista de la geodinámica, determinar los parámetros dinámicos de subsuelo analizado. Los estudios de "CROSS-HOLE" determinaron las propiedades dinámicas del subsuelo, como son las velocidades de onda de cortante, la rigidez dinámica al corte de cada estrato y con ello poder determinar el periodo de vibrar del terreno.-Con los parámetros dinámicos determinados para las diferentes capas y el software de ingeniería de la geodinámica del suelo se determinan los espectros del sitio estudiado en particular.- Adicionalmente, se realizaron mediciones de "vibración ambiental" que permitieron determinar los periodos de vibrar del terreno a partir de los cuales se obtuvieron los espectros de respuesta del sitio en particular, de los diferentes tipos de suelo en los diversos tramos del Viaducto. Con dichos espectros se procedió al diseño dinámico sísmico de la estructura del Viaducto bicentenario.-De esta manera se pudo determinar que a lo largo del tramo, existen zonas en condiciones de suelo que modificaban la respuesta sísmica con valores de coeficiente sísmico mayores y que debían ser tomados en cuenta para garantizar la respuesta sísmica de la estructura.

Los estudios demandaron, dado el conocimiento de los espectros de respuesta para los diferentes tramos, mejorar el diseño de la estructura del Viaducto aumentando en particular el grado de los desplazamientos laterales calculados para la estructura.

Como resultado de los trabajos de análisis y evaluación del proyecto realizados por el IIUNAM, estos, establecieron como criterio de diseño para verificar deformaciones laterales debidas al sismo que los desplazamientos calculados con el espectro elástico de respuesta es decir sin reducción por ductilidad inicialmente

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AERÓPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

no fueran mayores a 0.12H (H la altura de la columna). Lo anterior en virtud de que las normas de puentes no establecen algún criterio al respecto.

Como resultado de lo anterior y no sobrepasar el límite establecido ya que se presentaban casos que lo superaban y alcanzaban valores de 0.14H fue necesario modificar la respuesta estructural a los desplazamientos incrementando la rigidez de la estructura, por eso se determinó realizar una unión rígida entre el nudo de conexión de una viga artesa con la columna; formando de esta manera, un sistema de marco rígido. Por la propia continuidad que se requiere lograr en la estructura y la ubicación de rótulas para el soporte de las trabes suspendidas, ésta solución implicó el incremento en la densidad del acero de refuerzo aplicado en el Viaducto.

El sistema de marco rígido disminuye los desplazamientos laterales por sismo y mejora la respuesta de la estructura para resistir los efectos laterales que produce el sismo (se reduce las fuerzas de reacción sobre la cimentación y entonces es factible reducir la distancia de separación de las pilas de cimentación). De esta manera la estructura logra una respuesta elastoplástica, la cual se obtiene por medio de articulaciones plásticas en los extremos de la columna. Asimismo, la formación de estas articulaciones plásticas permite disipar mejor las fuerzas sísmicas obteniendo un comportamiento más estable para todo el Viaducto Bicentenario. Esta solución conocida como hiperestática o redundante permite aumentar la seguridad estructural por medio de mejorar las condiciones de estabilidad y reduciendo las posibilidades de colapso por un sismo de diseño longitudinal, fuerzas sísmicas de diseño.

De esta manera la estructura permite que se tomen en cuenta los conceptos de ductilidad, el cual era un concepto no considerado para este tipo de estructuras o en otros diseños sísmicos. Este concepto ha demostrado que una respuesta "dúctil" logra un mejoramiento en el comportamiento estructural en la resistencia de las fuerzas sísmicas. En particular, evita que se rompa el núcleo de concreto de la estructura de soporte, que es la columna, logrando una respuesta adecuada del sistema ante sismos que eventualmente sobrepasen el sismo de diseño.

Los conceptos de ductilidad se aplicaron en el proyecto, al lograr un detallamiento de las zonas específicas de la columna que requerían de un diseño de acero de refuerzo transversal (estribos) para confinar el núcleo de concreto, así como permitir que se desarrollen deformaciones en el rango inelástico que obtengan una mejor disipación de las fuerzas sísmicas. Estos conceptos se encuentran de acuerdo con los criterios actuales de filosofía de diseño sísmico contenidos en los códigos más avanzados de diseño sísmico de puentes.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

37

Adicionalmente, el Instituto de Ingeniería de la UNAM, estableció el siguiente criterio para el diseño de las pilas de cimentación profunda: "La cimentación deberá ser diseñada para la menos desfavorable de las dos condiciones siguientes: a) Elementos mecánicos en las pilas considerando un factor de ductilidad para la cimentación de Q = 1, y b) Elementos mecánicos en las pilas transmitidos por las columnas a la cimentación en función de su resistencia última.

El cambio de criterio fijado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el cual no se había establecido para el proyecto original, tuvo repercusiones sin lugar a dudas en la solución estructural del proyecto ya que se realizaron los ajustes necesarios para tomar en cuenta en el análisis y diseño de la estructura dicho requerimiento.

El Instituto de Ingeniería de la UNAM verificó que los espectros de diseño utilizados por la proyectista fueran coherentes con este criterio de diseño.-Se verificaron las condiciones más críticas encontradas en cada subtramo geo-sísmico, esto es donde cambios significativos en las condiciones del subsuelo, incluyendo espesores de estratos, propiedades dinámicas, y configuración del estrato de mayor impedancia dinámica, conlleven cambios importantes en el espectro de diseño.

2. INCORPORACIÓN DE LA ZAPATA COLADA IN SITU CON LA PREFABRICACIÓN DE LA COLUMNA/ZAPATA.

Por otra parte, el hacer esta pieza monolítica con la columna (zapata-columna), eliminó la necesidad de la incorporación de una junta de construcción entre ambas, situación que eficiente el proceso nuevamente al requerir de dos momentos constructivos diferentes. Asimismo, la eliminación de la junta representa una mejora en el comportamiento estructural, al eliminar una unión que podría representar una sección de posible de falla de la estructura y previniendo efectos de falla en un sismo. Para lograr que la columna fuera factible en su transportación y montaje, implicó el uso de torones de presfuerzo los cuales permitieron inducir esfuerzos de compresión y evitar que se formaran fisura en la pieza durante el transporte y el montaje de la misma. Este presfuerzo finalmente representó una cantidad importante adicional de volumen de acero por el número de piezas que se fabricaron.

Ésta solución para que arrojara el beneficio esperado, utilizó una densidad de concreto de f'c = 600 kg/cm2 en vez de llevar densidades diferentes como originalmente se diseñó. Esto representa una innovación en el proceso constructivo contra las formas tradicionales de ejecución.

3. EL CAMBIO A UN NUDO RÍGIDO PARA FORMAR PÓRTICO O MARCO LONGITUDINAL.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

En la solución del proyecto se determinó constituir la continuidad de la columna con la viga artesa con el objeto de la formación de un nudo rígido y consecuentemente el marco rígido longitudinal mencionado. Al formar la columna un marco rígido permite reducir el tamaño de la zapata e integrarla a la columna para una construcción prefabricada presforzada resolviendo problemas de transportación, montaje y colocación para acelerar el proceso constructivo. Asimismo, la fabricación prefabricada evita los colados "en sitio y mejora el proceso constructivo evitando las afectaciones mencionadas.

4. CONTINUIDAD DE LA ESTRUCTURA PARA REDUCCIÓN DE DEFORMACIONES.

La igualdad de peraltes de vigas permitió que se pudieran modificar los claros de los tramos a combinaciones de 35.00 m., 45.00 m., 35 m., etc., así como las trabes de apoyo que se construyen en longitudes de 45.00 m. y se montan sobre columnas separadas a 35.00 m., con lo que quedan 2 volados a ambos lados de 5.00 m.-en el claro de separación de los 45.00 m., entre ejes de columnas al tener volados de 5.00 m., queda un claro libre de 35.00 m., dimensión con la cual se fabricaron las trabes centrales suspendidas.-El sistema anterior lleva a un sistema constructivo denominado vigas Gerber.

Este sistema de vigas presenta con base en elementos estructurales simples una estructura continua, donde las articulaciones se encuentran cercanas a los puntos de inflexión que se localizan en las estructuras continuas. De esta manera se obtiene una reducción significativa en los elementos mecánicos de continuidad y en el momento positivo al centro de los claros. Este sistema permite que se disminuya el peralte de la trabe artesa (a 1.70 m.) y el ancho de la misma. Esto hace un elemento más ligero optimizando la sección. Por lo que esta propuesta presenta menores deformaciones (flechas y giros) en el tiempo y en el servicio de la estructura. La reducción de estos efectos ocasiona un mejor comportamiento a largo plazo por la creación de menores agrietamientos y menos efectos de corrosión, así como una prolongación de la vida del puente. Adicionalmente el usuario del Viaducto tendrá un mejoramiento en el comportamiento del servicio, al obtener deflexiones mejores por el paso de la carga viva total (reducción de vibraciones).

En las mejoras se encuentra la creación de zonas de ménsulas que corresponden a las zonas de apoyo entre trabes, que son zonas de menor peralte con relación al peralte de la trabe, por la disminución de peralte u el tratamiento especial que requiere el diseño de dichos elementos constituyen zonas densamente reforzadas y con accesorios especiales (Resolviendo el problema de la unión entre dos vigas) que crean una estructura más compleja y preparada para eventos sísmicos.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

5. PROCESO CONSTRUCTIVO.

Por otra parte, con el objeto de simplificar el proceso constructivo del Viaducto Bicentenario se determinó incorporar la zapata de cimentación en la prefabricación de la columna en forma de árbol de sección variable. Esta incorporación representó una mejora sustancial en el proyecto en virtud de que permitió acelerar el proceso constructivo. Evitó que se hicieran colados "en sitio" con aperturas de cimentación muy prolongadas y evitando cortés adicionales a la circulación. De esta manera se optimizaron temas como un mejor dimensionamiento en la reducción de carriles, reducción de los tiempos de clausura, afectaciones a terceros y todos aquellos riesgos de construcción que implica los colados en sitio.

La dimensión final de la zapata fue de 4.60 m., x 3-60 m x 1.70 m., de peralte total, con estas dimensiones **fue factible realizar el transporte** de la zapata-columna de la planta de prefabricación al sitio de ubicación de la obra.

6. DISEÑOS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN.

Como consecuencia de los estudios geológicos llevados a cabo en la zona conocida como La Quebrada, los cuales dieron como resultado la existencia de suelo denominado roca sana, requirieron de un diseño específico para la cimentación a ser llevada a cabo en esa zona, para lo cual se tuvo que sustituir la pilas profundas por tensores de presfuerzo, con el fin de evitar aumentar las dimensiones de la zapata producto del momento del volteo por efecto del sismo transversal, en virtud de que la capacidad de carga vertical de la roca resultó alta.

7. TRABES ESPECIALES.

Como consecuencia de las diversas pláticas sostenidas EL SISTEMA, se llegó a la conclusión que se evitara al máximo posible el uso de la solución denominada "pórticos", a efectos de tener una estructura lo más limpia posible a todo lo largo del Viaducto Elevado Bicentenario. Esto generó un cambio en determinados tipos de trabes, tales como:

- TARE; ésta trabe se diseñó con un peralte de 3m y 15 m de claro entre columnas, así como volados de 12.50 m incluyendo peraltes volados de 3m a 1.70 m. Este diseño se utilizó para dejar claros de 60 m en los carriles de incorporación y desincorporación del periférico norte.

- TE-16; ésta trabe se diseñó con un ancho de 16 m en un diseño "abocinado", mismo que permitió generar un 4º. Carril para incorporación y

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

desincorporación del Viadiucto Elevado Bicentenario hacia los distintos enlaces que lo conforman.

- CABEZALES Y TRABES ESPECIALES; A efectos de permitir la reversibilidad en la operación del Viaducto Elevado Bicentenario, se diseñaron unas piezas especiales denominadas cabezales, así como sus trabes respectivas. El funcionamiento y la combinación de ambos elementos es lo que permite incorporarse y desincorporarse desde un lado opuesto al eje del Viaducto para acoplarse al sentido de circulación del mismo.

8. VIADUCTO A NIVEL DE LA FLORIDA HASTA CIRCUNVALACIÓN.

La solución final de "aterrizar" el viaducto a la cual se llegó después de meses de negociaciones con vecinos de la zona, EL SISTEMA y la Concesionaria para el paso del Viaducto por las torres de satélite, llevó a instrumentar modificaciones importantes para ampliar la vialidad y dejarla de 12 carriles a 15, tales como la ampliación de pasos superiores vehiculares (PSV), la construcción de pasos peatonales de complejo diseño e integrarlos como parte de los PSV, así como la reubicación de obras inducidas como líneas de media tensión, líneas telefónicas, drenaje pluvial, entre otras.

9. ADECUACIONES A ENLACES.

Como consecuencia de las negociaciones con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte o Autoridades Estatales y Municipales, se tuvieron que efectuar adecuaciones considerables a varios enlaces, las cuales se mencionan a continuación:

- Lechería; Se modificó el proyecto original, a efectos de cumplir con las peticiones de SCT y BANOBRAS/CAPUFE, las cuales principalmente consistieron en incrementar las longitudes de la estructura de las rampas de este enlace a efectos de que se respetara el derecho de vía.
- Santa Mónica; Por cuestiones de impacto vial y a solicitud del municipio de Tlalnepantla, se incrementó en 400 m la longitud de este enlace a efectos de no generar un entrecruzamiento con una de las vialidades de mayor afluencia de la zona.
- Valle Dorado; Como resultado de negociaciones entre vecinos de la zona, Autoridades Municipales y Estatales y la Concesionaria, se modificó el proyecto a efectos de no generar impactos en el área verde, así como la ampliación de los carriles del puente de Valle Dorado a 3.50 m cada uno.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

41

- Vallejo; El proyecto a efectos de no afectar una estación de gasolina, se modificó y dentro de la solución final, se incluyó el montaje de una trabe especial (CABEZAL) que permitiera solucionar el conflicto que se tenía.

10. OBRAS ADICIONALES.

Durante el transcurso de la obra surgieron trabajos adicionales a ser realizados considerándose como obras sociales o de mitigación por las molestias ocasionadas durante la construcción del Viaducto Elevado Bicentenario así como un enlace adicional a lo originalmente ofertado para beneficio de la ciudadanía.

Dentro de los conceptos más relevantes ejecutados se encuentran la pavimentación, pintura y colocación de vialetas en los 12 carriles del periférico norte desde Lomas Verdes hasta Tepalcapa. La construcción de 4 pasos peatonales, 2 en circuito del parque y 2 en circuito geógrafos, la iluminación de las columnas y trabes del tramo Toreo a Torres de Satélite así como la iluminación de la plaza y de las Torres de Satélite.

Se efectúo una iluminación totalmente de vanguardia en las columnas y trabes que conforman el tramo 1, el cual corre de Toreo a Lomas Verdes, el cual es 100% automatizado, lo cual permite realzar la imagen urbana del Viaducto Elevado Bicentenario.

Finalmente se debe de considerar el enlace de salida que se tendrá para tener una bajada hacia la colonia La Florida, el cual permitirá dar fluidez al tráfico y sustituir la salida que correspondía a Satélite. Asimismo está pendiente la ampliación del tercer carril en Av. Lomas Verdes a la altura del IMSS.

11. OTROS COSTOS PREOPERATIVOS.

En éste rubro y con el propósito de atender las situaciones de mejoras y modificaciones al proyecto, se incrementaron conceptos y alcances, que no se tenían contemplados en la oferta inicial. Entre las acciones más importantes a continuación se detallan los principales conceptos:

a). Adicionalmente a la inclusión del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se contrató a la empresa **URBA CONSULT,** empresa con gran experiencia en diseño vial, para que analizara la opción de llevar a cabo un túnel para el paso de las torres de Satélite ya que era una de las alternativas más solicitadas por la comunidad, considerándose de acuerdo a los estudios geotécnicos y a los

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEQ No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

42

espacios disponibles para efectuar la entrada y la salida del túnel que no era factible su construcción.

b). Creación de un centro de control y atención a clientes (CAC). En nuestro plan de negocios inicial, el CAC estaba planeado ubicarlo en la T2 del Circuito Exterior Mexiquense y así aprovechar sinergias de operación al tener coubicados con nuestras dos concesiones ambos CAC´s.

Sin embargo, toda vez que acordamos y comprometimos con la Secretaría de Comunicaciones a través del EL SISTEMA aperturas parciales para la puesta en operación del VEB, nos vimos en la necesidad de cambiar nuestra idea de coubicar los CAC´s por las siguientes razones:

- La conexión entre el VEB y el CAC por cuestiones técnicas y de estándares de calidad, se lleva a cabo mediante Fibra Óptica.
- En nuestro diseño inicial, dicha fibra óptica se tendería dentro de las guarniciones del VEB a todo lo largo del mismo. En ambos sentidos para tener redundancia.
- Al ir por aperturas parciales, no nos fue posible efectuar el tendido de la fibra como lo teníamos planeado y lo tendríamos que hacer en las banquetas del periférico en ambos sentidos, ya que lo anterior resultaría con muchas molestias a la ciudadanía, además de un impacto importante en costos por cuestiones de obras inducidas, ya que se tendría que hacer así desde el Toreo hasta la T2 del Circuito Exterior Mexiquense cuando sólo se tendrían 4 kms del VEB en operación.

El tema de las aperturas parciales nos llevó a arrendar y remodelar completamente una instalación que pudiera albergar nuestro CAC y que además se encontrara cerca del Viaducto Bicentenario, así como a contratar un área específica de atención a clientes, desarrollo de página WEB y toda la mercadotecnia asociada a la distribución de los dispositivos TAG´s a efectos de que los potenciales usuarios conocieran cómo y dónde adquirir los dispositivos, consultar dudas, efectuar recargas de saldos, etc.

12. REVERSIBILIDAD AV. RÍO SAN JOAQUÍN Y ADECUACIÓN DE UN TERCER CARRIL. En aras de darle una mayor fluidez al tráfico del Viaducto Bicentenario en la salida a Río San Joaquín en unísono con ustedes se establecieron negociaciones con el Gobierno del Distrito Federal a efectos de lograr aplicar un horario de reversibilidad a dicha avenida, lo cual se logró y en adición se agregó un tercer carril adicional a dicha avenida de tal forma de tener de 06:00 am a 10:00 am de Lunes a Viernes 5 carriles sentido al DF en vez de los 2 carriles usuales.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

43

Esto implicó hacer una inversión considerable para señalizar correctamente la operación de la reversibilidad, así como las adecuaciones necesarias para implementar el 3er. Carril.

13. OBRAS RELATIVAS A BENEFICIO SOCIAL. La propuesta inicial, de origen no contemplaba la realización de obras de beneficio social, sin embargo, la demanda social requirió para compensar las molestias creadas durante la construcción del Viaducto, en colonias como Lomas de Sotelo, Del Parque, Bulevares, La Florida, Arboledas, La Quebrada, San Martín Tepetlixpan, Santa Mónica, la ejecución de diversas obras de mitigación entre las cuales se encuentran principalmente repavimentaciones, reforestación, andadores, ampliaciones viales, pasos peatonales, remodelación de parques, arreglos de banquetas, retornos vehiculares, estudios técnicos en la zona de la Quebrada.

14. ZONAS DE PEAJE. Autorizados por EL SISTEMA por no estar contemplado de origen en la propuesta presentada y en aras de mejorar la seguridad y de ofrecer un servicio de última tecnología a los usuarios del Viaducto Elevado Bicentenario se realizaron las siguientes acciones:

A. se instalaron Paneles de Mensaje Variable de última tecnología a través de los cuales de manera permanente se informan tiempos de recorrido, tarifas, así como mensajes de interés para los usuarios de la vía.

B. Para protección de los peatones se optó por confinar con malla de acero las zonas de peaje, de tal forma que los peatones no tuvieran la opción de cruzar las avenidas donde están cada uno de los enlaces del Viaducto a través de las zonas de acceso al mismo y evitar potenciales accidentes.

C. Se contrató un señalamiento inductivo que guiará a los usuarios para el acceso al Viaducto Bicentenario desde las diferentes avenidas que rodean a cada uno de los enlaces. Esto permitirá mayor facilidad e identificación a los usuarios para acceder al Viaducto desde diferentes vías.

D. Está en proceso de instalación un sistema de aforo permanente mediante radar (tecnología confiable y duradera de última generación tecnológica) la cual nos permitirá monitorear el periférico norte en ambos sentidos en el tramo Toreo a Tepalcapa y tener información oportuna que permita análisis y toma de decisiones oportuna sobre la forma de operar el Viaducto Bicentenario.

CONCLUSIÓN

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

Derivado de todo lo anterior, y con el propósito de dar cumplimiento a las nuevas necesidades del proyecto, se hizo necesario aumentar la resistencia del concreto hidráulico de 350 a 600 kg/cm2. El reforzamiento de las estructuras en cuanto a acero de presfuerzo se incrementó para dar mayor flexibilidad a la estructura y mejorar su comportamiento ante las fuerzas sísmicas.
También para disminuir las molestias a los usuarios del periférico, se tomó la determinación que las zapatas en lugar de ser coladas en "situ", fueran prefabricadas en planta formando una pieza monolítica con la columna, lo que implicó un costo no considerado en la propuesta de origen, del transporte y montaje.
En la misma circunstancia están las trabes las cuales tuvieron que ser reforzadas; el tipo de proyecto nos llevó a la necesidad de postensar la cimentación con la zapata columna y las trabes portantes, ello conllevó a nuevos conceptos denominados "nodos".
Todo lo anterior derivó en mayores costos de inversión ya se generaron incrementos sustanciales de volúmenes de acero y concreto, transporte y montaje de toda la superestructura. Lo cual aunado a la necesidad de prefabricar todas las piezas de la sub estructura y la superestructura en diferentes fábricas del país con la intención de disminuir las molestias durante la construcción y montaje, así como de disminuir los tiempos de construcción en beneficio de los usuarios.
Además se realizaron obras adicionales y otras de carácter social las cuales no estaban incluidas en la oferta y fueron resultado de las negociaciones dirigidas por EL SISTEMA por efectos de reuniones con diferentes representaciones y asociaciones vecinales que fueron afectadas durante la construcción del Viaducto Elevado Bicentenario, dichas obras fueron entre otras, la repavimentación del periférico del tramo Toreo a Tepalcapa en ambos sentidos, se llevó a cabo un trabajo de reforestación mayor al que se contempló en la oferta, se pavimentaron calles en colonias como Arboledas, Santa Mónica, Bulevares, La Florida, Lomas de Sotelo, se construyeron 4 pasos peatonales

A continuación se muestra tabla comparativa entre inversión ofertada en pesos en términos reales de marzo 2008 y obra ejecutada al cierre de Diciembre de 2010 en cifras en pesos nominales:

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

45

CONCEPTO	OFERTA TERMINOS REALES	PROYECTO EJECUTIVO NOMINAL
CAPITULO 1: OBRAS DE DESVÍO Y SEÑALAMIENTO PROVISIONAL	15 957 285.00	164 062 645.00
CAPITULO 2: OBRAS DE ADECUACIÓN GEOMÉTRICA	30 613 406.00	311 528 751.00
CAPITULO 3: LIMPIEZA DURANTE EL PROCESO DE OBRA	15 386 244.00	51 009 958.00
CAPITULO 4: TERRACERÍAS	44 107 213.00	90 831 956.00
CAPITULO 5: CIMENTACIÓN	530 800 582.00	669 522 375.00
CAPITULO 6: SUBESTRUCTURA	396 617 853.00	1 123 169 651.00
CAPITULO 7: SUPERESTRUCTURA.	2 426 990 186.00	3 487 306 358.00
CAPÍTULO 8: PAVIMENTOS VB.	37 150 805.00	162 454 159.00
CAPÍTULO 9: DRENAJE PLUVIAL	33 378 445.00	38 010 906.00
CAPÍTULO 10: ALUMBRADO	91 698 113.00	68 678 142.00
CAPÍTULO 11: SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL	4 808 100.00	12 315 044.00
CAPÍTULO 12: OBRAS INDUCIDAS.	197 539 189.00	307 383 229.00
CAPÍTULO 13: AREAS DE PEAJE.		49 286 700.00
SUBTOTAL SIN ESCALATORIA	**3 825 047 421.00**	**6 535 559 874.00**
ESCALATORIA		622 838 856.00
SUBTOTAL OBRA CIVIL EJECUTADA	**3 825 047 421.00**	**7 158 398 730.00**
CAPÍTULO 15: SISTEMA DE PEAJE	294 607 542.00	277 578 322.00
OBRA ADICIONAL EJECUTADA		273 237 700.00
VALOR TOTAL OFERTA Y OBRA EJECUTADA A DICIEMBRE 2010	**4 119 654 963.00**	**7 709 214 752.00**
PREOPERATIVOS	1 212 436 311.00	1 114 882 013.00
INVERSIÓN TOTAL AL 31 DICIEMBRE 2010	**5 332 091 274.00**	**8 824 096 765.00**

CIFRAS EN PESOS

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

Nota; Los valores referenciados en la tabla anterior corresponden a la obra ejecutada por la Concesionaria; la cual aún, en parte está en revisión por la empresa supervisora contratada para estos efectos por El SISTEMA. A efectos de determinar las cifras a ser utilizadas en la corrida financiera, se utilizó el criterio de obra civil, obra adicional y otros gastos de inversión reconocidos por esta Dirección los cuales se detallan en la siguiente tabla:

CIFRAS EN PESOS

Obra certificada y reconocida	6 127 338 839.00
Obra ejecutada en proceso de reconocimiento	558 453 374.00
Total Obra	6 685 792 213.00
Jardinería	19 774 733.00
Sistema de Peaje	277 578 322.00
Liberación Derecho de Vía	6 100 500.00
Proyecto Ejecutivo	125 520 800.00
Supervisión de Obra	102 310 163.00
Ingeniero Independiente	7 340 996.00
Contraprestación	750 000 000.00
Preoperativos	123 609 554.00
Inversión Total Reconocida por EL SISTEMA al 31 Dic. 2010	**8 098 027 281.00**

Atento a lo anterior y, considerando que los argumentos vertidos por la Concesionaria Viaducto Bicentenario, S.A. de C.V., corresponden a la situación real y adicionalmente responden a la búsqueda de soluciones a los problemas de carácter técnico y social que se presentaron durante la ejecución de los trabajos, desde la elaboración del Proyecto Ejecutivo hasta la ejecución de la construcción, se concluye con el siguiente:

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx

DICTAMEN

ÚNICO.- Es procedente y se encuentra plenamente justificada la sobreinversión realizada por la Concesionaria Viaducto Bicentenario, S.A. de C.V. en la primera etapa de la autopista Viaducto Bicentenario, considerando que la propuesta de inversión original de $ 5 332 091 273.00 (cinco mil trescientos treinta y dos millones noventa y un mil doscientos setenta y tres pesos 00/100 M.N.), a costos de marzo de 2008, una vez realizado el Proyecto Ejecutivo, se incremento AL 31 DE Diciembre De 2010 a $ 8 098 027 281.00 (ocho mil noventa y ocho millones, veinte y siete mil doscientos ochenta y un pesos 00/100 M.N.), cifra que se debe tomar en consideración para realizar las modificaciones necesarias al Título de Concesión.

Dado en la Ciudad de Naucalpan de Juárez, México el día primero de abril de dos mil once.

ATENTAMENTE

ING. ELEAZAR GUTIÉRREZ MAGAÑA
DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONTROL DE OBRA

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
SISTEMA DE AUTOPISTAS, AEROPUERTOS, SERVICIOS CONEXOS Y AUXILIARES

SAN MATEO No. 3, PRIMER PISO, COL. EL PARQUE, C.P. 53398, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.
TELS: (01 55) 5395.65.64, 5395.65.69; FAX: 5395.65.91
saascaem@edomex.gob.mx