

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

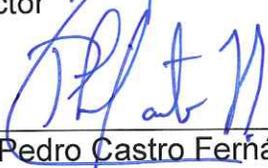
Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Álvaro Aguilar Dondi, Ing. Pedro Castro Fernández, Ing. Sergio Fernández Cerdas, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



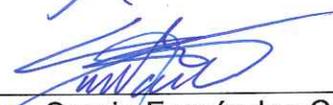
Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Álvaro Aguilar Dondi.
Profesor Guía



Ing. Pedro Castro Fernández.
Profesor Lector



Ing. Sergio Fernández Cerdas.
Profesor Observador

**Guía para la revisión de diseños
de puentes de la Unidad
Ejecutora del Primer Programa
de Infraestructura Vial (UE-PIV 1)**

Abstract

Currently the development of road infrastructure in Costa Rica is having a significant boom due to the need to improve the service level of the national road infrastructure. Vehicle bridges call for a large part of these works, consequently in this project the purpose is the implementation of a protocol to carry out the bridge design review that the administration has to undertake to approve these designs and fulfill the goal of improving the national road network.

In order to achieve the proposed objective, different activities were done, such as the collection, analysis and unification of information in the UE-PIV 1 of Conavi, in order to obtain the final product. What was finally obtained is the *Guide for the revision of bridge designs*, which includes the necessary aspects to verify the designs submitted by the contractors to the administration, covering calculation reports, technical studies and construction plans, with the purpose to make the review more efficient.

Keywords: bridges, revision, road infrastructure, guide, methodology, verification

Resumen

Actualmente el desarrollo de infraestructura vial dentro de Costa Rica está teniendo un auge importante debido a la necesidad que existe por mejorar el nivel de servicio de la red vial nacional. Los puentes vehiculares representan un gran componente de estas obras, debido a ello en este proyecto se realizó un protocolo para llevar a cabo las revisiones de los diseños de puentes que tiene que llevar a cabo la Administración, para aprobarlos y, por lo tanto, reflejados como una mejora en la red vial nacional.

Para cumplir con el objetivo propuesto se realizaron distintas actividades como fue la recolección, análisis y unificación de información en la UE-PIV 1 del Conavi, para obtener el producto final que fue la *Guía para la revisión de diseños de puentes*, en la cual se encuentran los aspectos necesarios a verificar dentro de los diseños que presenten los contratistas a la Administración, abarcando memorias de cálculo, estudios técnicos y planos constructivos, con el propósito de poder hacer revisiones más eficientes.

Palabras clave: puentes, revisión, infraestructura vial, guía, metodología, verificación

Guía para la revisión de diseños de puentes de la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1)

AARÓN JOSUÉ GÓMEZ BERMÚDEZ

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Julio del 2017

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio.....	1
Resumen ejecutivo	2
Introducción	3
Marco teórico	5
Metodología	11
Resultados.....	13
Análisis de los resultados	21
Conclusiones y recomendaciones.....	25
Apéndices	26
Anexos	27
Referencias.....	28

Prefacio

El desarrollo y mejora de infraestructura vial con adecuados niveles de servicio es un indicador muy importante del desarrollo económico de un país pues permite ahorros en tiempos de traslados y se establecen comunicaciones importantes entre diferentes lugares estratégicos del país. Al Consejo Nacional de Vialidad (Conavi), que se define como un órgano de desconcentración máxima, adscrito Ministerio de Obras Públicas y Transportes, con personería jurídica instrumental y presupuestaria, para administrar el fondo vial, le corresponde, la conservación y construcción de las carreteras, rutas de travesía y puentes de la red vial nacional¹. A partir de las funciones del Conavi y del MOPT y debido la necesidad que existe en el país de grandes inversiones en materia de infraestructura vial, se está en proceso de mejoramientos de la red vial estratégica del país, y dentro de estas obras se incluyen la construcción de puentes nuevos y puentes que deben ser rehabilitados.

Es por esto que en este proyecto se busca brindar una herramienta de apoyo para facilitar las revisiones de diseños de puentes en virtud del incremento de inversión económica en mejoramientos de este tipo, por lo cual se requerirá realizar muchas más de estas revisiones de diseños.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y la inspiración para alcanzar mis sueños.

A mi familia por haber sido un gran apoyo en mi vida a lo largo de este proceso.

Al Ing. Hugo Lino Paniagua Acuña por su enseñanza y guía que fue vital para el desarrollo de esta práctica profesional.

Al Ing. Mario Loría Galagarza por toda la colaboración brindada con su conocimiento y experiencia que fueron de gran ayuda.

A todo el personal en general de la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1) del Conavi por la colaboración brindada durante mi estancia en dicha dependencia.

A mi profesor guía el Ing. Álvaro Aguilar Dondi por toda su colaboración, guía y consejos.

Al Tecnológico de Costa Rica y la Escuela de Ingeniería en Construcción por brindarme una excelente formación académica.

¹ Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). (2017) Conavi: Marco Legal.

Resumen ejecutivo

En este proyecto se desarrolló una guía para la revisión de diseños de puentes de la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1), programa financiado con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta guía corresponde a una herramienta que permitirá tener un estándar documentado de los procesos de revisión de diseños de puentes. Con esta herramienta se espera que los profesionales que realizan las revisiones puedan minimizar algunas omisiones, pues se deben verificar muchos aspectos y algunos se podrían omitir involuntariamente. Se buscó también, que esta herramienta ayude a que los procesos de revisión sean más eficientes y permita ahorrar tiempo en su realización.

Para el desarrollo de esta guía, el practicante laboró en la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1) del Conavi y durante ese tiempo se ejecutaron los objetivos propuestos, se realizó una recopilación de información en una serie de documentos para poder identificar los aspectos generales que se deben verificar en las revisiones; por otra parte se realizó la unificación de estos aspectos a partir de la información recolectada de los documentos consultados, así como de algunas otras fuentes; seguidamente, se realizó la redacción de la guía como documento o manual, así como las listas o formularios de verificación para planos. Finalmente se realizó la aplicación de los formularios de verificación en un proyecto de la UE-PIV 1 ya revisado anteriormente, para poder comparar el desempeño de este con el método convencional que se ha venido ejecutando en esta UE.

Se consultó el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, el Manual de Inspección de Puentes del MOPT, el AASHTO LRFD Bridge Design 2014, los Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes del CFIA, Circulares HEC de la Federal Highway Administration de los Estados Unidos, entre algunos otros documentos oficiales de la UE.

Como resultado del trabajo ejecutado se obtuvieron las siguientes conclusiones más relevantes:

- Se unificó la información generada a partir de los análisis realizados.
- Se obtuvo, como producto de este trabajo, la Guía para la revisión de diseños de puentes, con la cual se consigue brindar una herramienta a los profesionales para conocer y agilizar el proceso de revisión de diseño.
- Se obtuvieron listas de verificación para planos a partir de la Guía para la revisión de diseños de puentes, con el fin de llevar a cabo las revisiones de planos de forma eficaz.
- Se evidencia que existe una diferencia cuantitativa entre ambos métodos con respecto a las observaciones realizadas, siendo el método de listas de verificación el que obtiene más observaciones que el método convencional.
- Las listas de verificación minimizan alguna omisión por parte del revisor en aspectos básicos a presentarse en los planos de puentes.

Introducción

Los procesos de revisión de diseños son de suma importancia para la administración pues permiten corroborar que los contratistas elaboren un producto que cumpla con los estándares de calidad en el diseño, así como con lo que se haya solicitado, sin embargo, pueden convertirse en procesos que tardan mucho tiempo y que no sigan un esquema general de requerimientos para llevarse a cabo. Con la realización de este proyecto se busca dar un aporte importante para establecer una guía que permita realizar estas revisiones bajo un proceso estándar.

La ejecución de esta práctica profesional supervisada se realizó en el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), propiamente en la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1); en esta unidad ejecutora se administraron algunos proyectos de gran envergadura y en los que se tenía un componente importante de estructuras de puentes.

Es por esto que, a través de las lecciones aprendidas en esta unidad ejecutora, con respecto a las revisiones, se buscó realizar una guía para realizar las revisiones de puentes en otras unidades ejecutoras u otros proyectos futuros de la administración.

Bajo esta guía, los profesionales encargados de hacer las revisiones buscarán que los diseños cumplan; con énfasis en, los parámetros básicos según las especificaciones y normativa vigente. Además, la guía ayudará a que el proceso sea más eficiente producto de alguna reducción en los tiempos de revisión. Además, se realiza la aplicación de los formularios para la revisión de planos con el propósito de evaluar la efectividad de la herramienta.

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar, a través de la información obtenida de una muestra de proyectos, una guía para la revisión de diseños de puentes de la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial, con el fin de unificar o estandarizar los procedimientos.

Objetivos específicos

- Recopilar información de las revisiones que se realizan actualmente en la UE-PIV 1.
- Unificar el protocolo de revisión existente a manera de estándar.
- Elaborar la guía para la revisión de diseños de puentes y formularios para la revisión de planos de puentes de la UE-PIV1.
- Aplicar los formularios desarrollados para la revisión de planos en algún proyecto de la UE-PIV 1.

Alcances y Limitaciones

El propósito de esta guía corresponde a establecer los procedimientos para realizar las revisiones de los diseños, sin embargo, queda a criterio del profesional el señalamiento de otros aspectos que se consideren relevantes y que no estén contenidos en la guía; de igual manera, los aspectos aquí presentados son generales y su aplicación dependerá del tipo de proyecto, aunque se ha buscado seguir un patrón general en los aspectos que se incluyen en la guía.

En este documento se establecen los parámetros o lineamientos para la presentación y revisión de diseños, memorias de cálculo, estudios técnicos, y planos constructivos, todo esto referente a estructuras de puentes. Además, se brindan formularios para llevar a cabo las revisiones, en donde se indicará si se cumple o no con lo establecido en esta guía.

No se profundiza en temas técnicos o cálculos relacionados con el área de diseño estructural, geotécnico e hidráulico-hidroológico, simplemente se establecen los parámetros importantes que se deben incluir y aspectos de forma para la presentación de los diseños, con la finalidad de hacer más eficientes las revisiones. El profesional que lleve a cabo la revisión e interpretación de esta información puede solicitar las correcciones o aclaraciones que considere necesarias, o en su defecto aprobar el diseño, si procede. Dentro de esta guía no se definen los estudios que se deben presentar para cada proyecto, pues eso dependerá de los requerimientos propios de la obra o lo que se haya solicitado dentro de la contratación por parte de la administración.

Marco teórico

Unidades ejecutoras

Una unidad ejecutora (UE) es un órgano que tiene delegados proyectos específicos para su ejecución, en el caso del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) las UE manejan proyectos de infraestructura vial por la naturaleza de la institución. Estas unidades ejecutoras pueden ser creadas por ley en caso de que sean para administrar proyectos creados mediante alguna ley de la república o bien pueden ser creadas por alguna dirección competente del CONAVI.

Las unidades tienen una estructura organizacional simple conformada generalmente por un director o gerente de proyecto, y demás personal de la administración según se requiera, dependiendo de la magnitud de proyectos que administre la unidad. Sin embargo, generalmente es necesario que cuente con profesionales en finanzas, en materia legal, en materia de gestión ambiental, así como profesionales en puentes, entre otros según se requiera.

Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1)

La Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1) fue creada mediante la Ley 8845 publicada el 25 de julio del año 2010 y publicada en el *Diario Oficial La Gaceta* el 03 de setiembre del año 2010, esta ley corresponde a la aprobación del crédito por parte del Bando Interamericano de Desarrollo (BID) para el financiamiento de este Primer Programa de Infraestructura Vial.

En esta misma ley se indican los objetivos de este programa; el objetivo general es el mejoramiento sostenible del nivel de transitabilidad de la red vial nacional (RVN), principalmente mediante el mejoramiento de las condiciones de estado de la red y sus puentes,

tanto en vías asfaltadas, como en vías no asfaltadas.

Los objetivos específicos de este programa se presentan a continuación.

- Aumentar el número de vías en buen estado de la RVN a través de intervenciones de rehabilitación, reconstrucción y mejoramiento de las vías que se encuentren en regular o mal estado.
- Incrementar la integración regional del país a través de las mejoras en accesibilidad.
- Dar continuidad física y temporal a los corredores viales.
- Fortalecer las capacidades de gestión del MOPT-CONAVI, en su rol de agencia vial a nivel nacional.²

En este programa se manejaron varios proyectos, no solamente uno como es normal en algunas otras UE, los proyectos a cargo de esta unidad son los siguientes.

- Diseño Ruta Nacional n.º 01, sección Limonal-Cañas
- Diseño Ruta Nacional n.º 01, sección Barranca-Limonal.
- Diseño Ruta Nacional n.º 02, sección Palmar Norte-Paso Canoas.
- Diseño Ruta Nacional n.º 04, sección La Cruz-Santa Cecilia-Birmania
- Diseño Intercambios Taras y La Lima, Ruta Nacional 02.
- Pre-diseño Ruta Nacional n.º 35, Punta Sur (Nueva carretera a San Carlos).
- Actualización de diseño de Ruta Nacional n.º 160, Sección Playa Naranjo-Paquera.
- Proyecto de Diseño y construcción de tres Intercambios en Ruta Nacional n.º 01, Cañas, Bagaces y Liberia.

² Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica (2010) Ley n.º 8845: Primer Programa de Infraestructura Vial (PIV I).

- Diseño y construcción de 18 puentes en Ruta Nacional n.º 01, sección Cañas – Liberia.
- Ampliación de la Ruta Nacional n.º 01, sección Cañas-Liberia.
- Diseño y construcción de la Ruta Nacional n.º 35, Sección La Abundancia –Flores y Radial a Ciudad Quesada.
- Diseño y Construcción del Intercambio Paso Ancho, Ruta Nacional n.º 39.
- Diseño y construcción de Ruta Nacional n.º 03, sección La Pozuelo-Jardines del Recuerdo.

Revisión de diseños

El proceso de revisión de diseños de puentes corresponde a una verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos por parte de la administración en el cartel de licitación o demás especificaciones dadas. Este proceso no profundiza en cálculos de materia estructural, hidráulica, hidrológica o geotécnica, sin embargo, se verifica que los parámetros o premisas tomadas para el diseño sean las indicadas o bien provengan de estudios que respalden la veracidad de los datos.

El proceso de revisión de estos diseños va desde hacer una verificación de los estudios técnicos que se realicen, sean hidráulicos, hidrológicos, geotécnicos, de amenaza sísmica, topográficos u otros que se requieran dependiendo el tipo de proyecto; posterior a hacer la verificación de los estudios técnicos se reciben memorias de cálculo de diseño para poder comprobar que los diseños se lleven a cabo con base en la normativa y estándares requeridos.

Posteriormente se realiza la revisión de los planos y especificaciones para construcción, estos conllevan muchos aspectos de forma para que se pueda dar una óptima interpretación de los mismos en la etapa de la construcción de la estructura, por lo que se verifica que estos contengan toda la información necesaria para el correcto entendimiento de los mismos.

En estos procesos se realizan observaciones que son manifestadas al contratista a) sea de diseño o b) de diseño y construcción, por parte de la administración, hasta llegar a los diseños definitivos y aprobados, que garantizan el cumplimiento de lo solicitado. En la figura 01 se muestra, a manera de diagrama de flujo, el proceso de revisión de diseños actual.

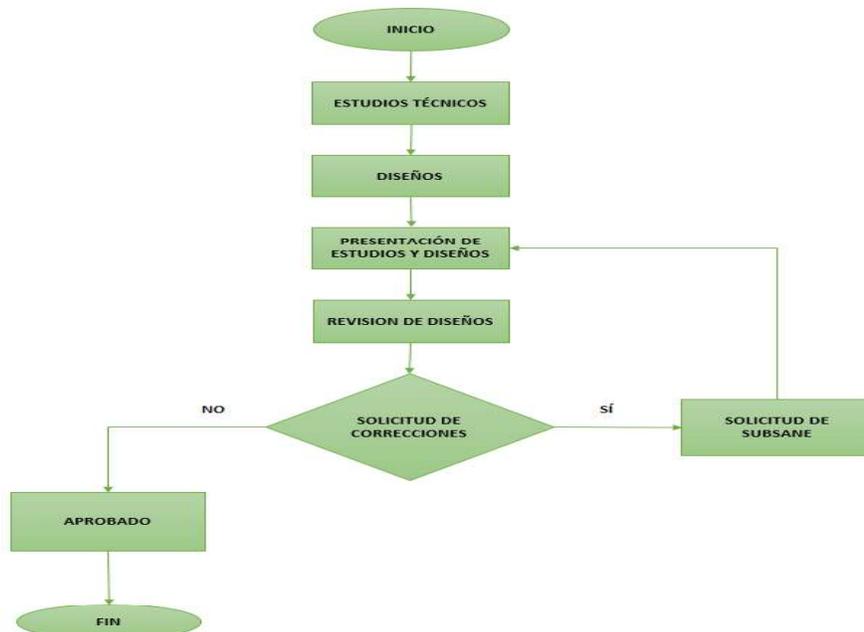


Figura 01. Diagrama de flujo de los procesos de revisión de diseños de puentes.

Como se puede observar en el diagrama de flujo de la figura anterior, el proceso de revisión de diseños es bastante mecánico y cíclico hasta que se presenten los diseños de conformidad con los parámetros técnicos y de forma requeridos.

Listas de verificación

Las listas de verificación, en el caso de la revisión de diseños, son un instrumento muy eficaz para realizar una evaluación rápida por medio de afirmaciones que arrojen una respuesta afirmativa, negativa o bien si no aplica para algún caso en particular. Estas listas permiten agilizar el proceso de revisión pues solo se deben verificar esos puntos por parte del profesional que revise estos diseños.

Este instrumento de verificación brinda, por medio de afirmaciones o preguntas cerradas, los puntos generales para la revisión; sin embargo, podrían darse casos específicos en los que se deben verificar algunos otros puntos de importancia que dependerán del tipo y la complejidad del proyecto.

Conceptos

Puente

Una estructura de puente se puede definir como un elemento que permite unir el paso entre dos puntos evitando un obstáculo físico que impide el paso, sea por aspectos meramente topográficos, huecos, ríos, lagunas, el mar, una zona con edificaciones en caso de algún tipo de viaducto, entre otras.

Existen diferentes tipos de puentes dependiendo el tipo de estructura, además se tienen distintas maneras de identificar los componentes de su estructura, como lo es la subestructura que corresponde a la parte inferior del puente con los elementos de bastiones y pilas; y por otra parte la superestructura que corresponde a la parte superior, vigas, superficie de ruedo, barandas y demás elementos.

Subestructura

Esta comprende la estructura que se encuentra bajo la superficie de rodamiento del puente, básicamente los apoyos o la cimentación del puente, además estos tienen otros componentes que permiten formar toda esta subestructura como lo son los bastiones y pilas.

Los bastiones y pilas conforman la subestructura y los mismos se componen de una placa de fundación y/o pilotes, columnas, vigas de cabezal, aletones, muros, entre algunos otros.

Superestructura

La superestructura corresponde a la parte superior del puente, la superficie o losa, las vigas principales (vigas concreto, acero cerchas), vigas diafragma, sistemas de arriostramiento, aceras, entre algunos otros componentes.

Eventualmente se podrían considerar dentro de la superestructura algunos elementos o accesorios que no poseen alguna función estructural, pero que son vitales para una óptima condición de servicio y seguridad del puente, como lo son las juntas de expansión, barandas vehiculares, barandas peatonales, asfalto sobre la losa, drenajes, señalización e iluminación.

NAME.

Esta designación corresponde por sus siglas al Nivel de Agua Máxima Esperada, esto representa una condición crítica del nivel de agua que se podría esperar para un periodo de retorno determinado en años. Este nivel es establecido a partir de los estudios hidrológicos realizados en la cuenca del río.

Esto es de suma importancia como premisa de diseño pues permite determinar el área hidráulica libre con que debe contar el puente.

Despiece de acero de refuerzo

El despiece de acero se refiere a la forma en que se representa el acero que forma parte de la configuración del acero de refuerzo integral. Es

decir, se realiza una división del acero por cada elemento para representar las longitudes y cantidades, además que es útil en el proceso constructivo para poder comprender de mejor manera como son los elementos que componen la estructura del acero de refuerzo y cómo se debe armar, pues esto permite mostrar la forma geométrica de cada barra además de la longitud.

Esta representación permite facilitar los cálculos de acero para la cuantificación de los materiales y el proceso constructivo, como se mencionó anteriormente.

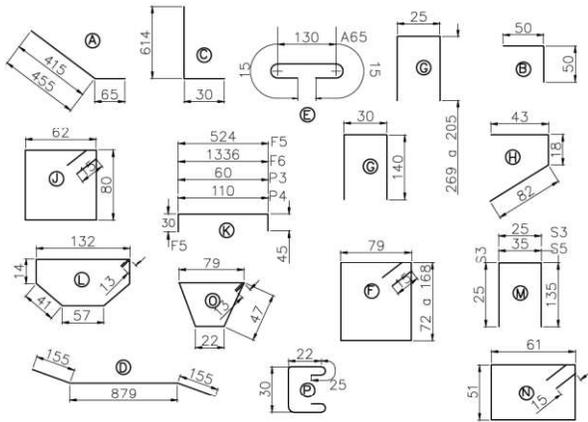


Figura 02. Ejemplo de algunos despieces de acero de refuerzo.

Ángulo de desviación o sesgo

Este ángulo o desviación se presenta en un puente generalmente por dos factores, por el alineamiento de la carretera o bien por las condiciones naturales del cauce del río, podría ser una combinación de ambas. Este ángulo es medido a partir de la proyección de la normal de la línea de centro del proyecto y la línea de centro de los apoyos en bastiones, se busca generalmente que esta desviación o sesgo no sea muy alto, entre más cercano a cero mejor, en caso de presentarse alguno el AASHTO LRFD 2014 recomienda que entre los ángulos de cada bastión no haya una diferencia mayor a 10° , para facilitar el diseño y mejorar el comportamiento estructural del puente.



Figura 03. Puente sesgado.

Socavación

Este término se refiere a la acción de erosión provocada por las corrientes de agua en el cauce sobre los elementos de la subestructura del puente, ya sea bastiones o pilas, además de rellenos de aproximación en algunos casos.

Este fenómeno es de mucho cuidado pues la socavación podría dejar la estructura de puente completamente en falso, tanto que la socavación es uno de los factores principales a tomar en cuenta cuando se está diseñando un puente. A partir de los resultados que se obtengan de los estudios hidrológicos se determina el nivel al que podría llegar la socavación en un evento extremo para un periodo de retorno determinado por la normativa, a partir de este parámetro se puede definir el nivel de la cimentación pues este no puede ser menor al de socavación, sin embargo, podría definirse también a partir de la capacidad del suelo que proviene a su vez de un estudio geotécnico. Para definir este nivel de cimentación rige parámetro más crítico de ambos casos (socavación o capacidad de soporte).



Figura 04. Socavación en Bastión de puente.

Aletón

Esta estructura es una pared lateral que se dispone detrás del bastión, podrían tener alguna desviación o ser totalmente perpendicular a la línea de apoyos del bastión, esto dependiendo del sesgo del puente. La función principal de estas estructuras es confinar o retener el terreno que estará detrás del bastión que corresponde al relleno de aproximación a la estructura.



Figura 05. Aletón de un puente.

Escollera de protección

Este componente del puente corresponde a la protección que se coloca en la cara o la parte del bastión que estará expuesta a la corriente de agua, la función principal es proteger de la socavación que podría generarse por parte de la corriente sobre el bastión, además la escollera de protección brinda estabilidad al talud que se encuentra tras el bastión.



Figura 06. Escollera de protección de un puente.

Camber o contraflecha

El camber o la contraflecha corresponde a una corrección geométrica que se hace en las vigas o cerchas, también puede ser con acero de refuerzo debidamente diseñado (en elementos de concreto reforzado). La finalidad de esta corrección es contrarrestar la deformación que vaya a tener elemento de viga o cercha producto de la carga muerta y hasta del mismo peso propio, generalmente para claros o luces muy amplias; esta corrección permite que el puente o elemento quede completamente horizontal y que las deformaciones que vayan a experimentar posteriormente sean producto de la carga viva de diseño.

Generalmente se realiza un diagrama en planos indicando la corrección que se hará de manera geométrica o bien por medio de acero de refuerzo en caso de elementos de concreto hidráulico. En este diagrama se muestra un perfil de la viga o elemento presentando en el eje de

las abscisas el peralte del elemento, y en el eje de las ordenadas, la longitud del mismo. Para el caso de elementos de acero estructural se muestra la forma geométrica de la pieza, mientras que en los que corresponden a

elementos de concreto hidráulico reforzado se muestra la posición de los cables de postensión.

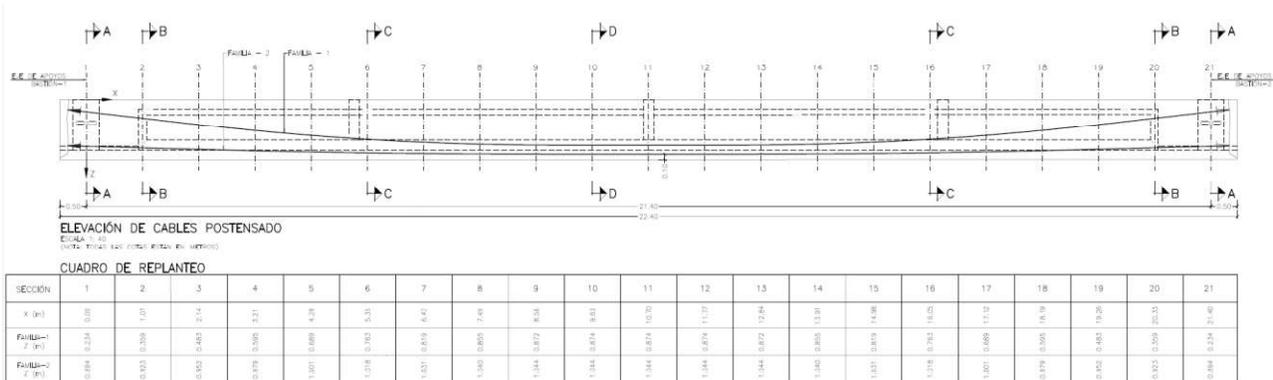


Figura 07. Diagrama de camber o contraflecha.

Nivel de contención

En el contexto de puentes de paso vehicular el nivel de contención corresponde a la capacidad que tiene un elemento de barrera de mantener un vehículo en el carril en caso de choque o de que por alguna circunstancia vaya a tender a salirse del puente, con el riesgo de daños a la vida de los ocupantes del vehículo.

Actualmente el manual AASHTO LRFD 2014 establece seis clasificaciones del nivel de

contención bajo la siguiente nomenclatura TL-1, TL-2, TL-3, TL-4, TL-5 y TL-6. Estos niveles de contención varían dependiendo el tipo de combinación de vehículos, así como la magnitud, tamaño y peso de los mismos. Estas clasificaciones van desde vías donde las velocidades y el flujo de tránsito es bajo (TL-1), hasta vías con condiciones desfavorables y con alto porcentaje de tránsito de vehículos pesados y peligrosos (TL-6).

Metodología

Práctica Profesional Supervisada en UE-PIV 1

Para la realización de esta guía se laboró en condición de practicante en la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial del CONAVI (UE-PIV 1), propiamente a cargo de la gerencia de puentes de esta dependencia. Bajo estas labores se ejecutaron las etapas definidas para concluir este producto; la primera etapa se dedicó a conocer el funcionamiento interno de la UE, así como de los procedimientos de revisión de diseños con toda la metodología que se aplica en el momento de iniciar la práctica.

Por otra parte, se revisó documentación oficial de los proyectos, así como algunos manuales y demás documentos de interés para poder conocer el funcionamiento de las revisiones y de los proyectos propiamente. Gráficamente el desarrollo de este proyecto se concentra en la parte de revisión de diseños en el diagrama de flujo de la figura 01. de la sección anterior.

Recopilación de información

Una vez que se tenía claro el funcionamiento de la UE, y en general de los proyectos y de los procedimientos de revisión de diseños, se procedió a recopilar información de importancia para que pudiera ser utilizada en la elaboración de esta guía de revisión.

Por el tipo de producto tan específico que se pretende obtener, las fuentes de información están limitadas a documentos oficiales, planos de diseños, memorias de cálculo, estudios técnicos, y algunos otros documentos de apoyo proporcionados.

Además, se consultaron algunos manuales como el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras,

caminos y puentes CR-2010, el Manual de Inspección de Puentes del MOPT, el AASHTO LRFD Bridge Design 2014, los Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes del CFIA, Circulares HEC de la Federal Highway Administration de los Estados Unidos, la Ley n.º 8845 que establece la aprobación del Contrato de préstamo para el Primer Programa de Infraestructura Vial y parte fundamental fue la información brindada por los Ingenieros de la UE.

Unificación del proceso de revisión

Una vez concluidas las etapas anteriores se procede a realizar una unificación de la información para poder crear los protocolos o guías para la revisión de los diseños de puentes. Se realizó un esquema gráfico con la ayuda de un diagrama de flujo para visualizar los procesos que se realizan dentro de la UE en materia de revisión de diseños de puentes, lo cual permite tener una noción clara del proceso que se realiza.

Por otra parte, a partir de la información consultada y recopilada se realiza un análisis de los criterios encontrados, para poder tener el producto más general y aplicable a la mayor parte de los diseños que se vayan a revisar, sin embargo, son cuestiones mínimas las que se excluyen o bien se agregan.

Posteriormente se realiza el listado de los aspectos que se han determinado importantes para las revisiones de diseño, estos listados se realizan por lámina, y por cada aspecto que se considere en cada una de ellas (vistas, detalles, aspectos generales). Estos a su vez son aspectos representativos para que sean aplicables a todos los diseños que se reciban, a excepción de diseños de proyectos particulares de una gran magnitud o bien con características especiales nada convencionales. Sin embargo, se espera que esta guía sirva como una

plataforma y que en torno a ella se realicen las variaciones que se requieran a futuro en aras de optimizar el proceso o bien para los proyectos particulares que se presenten.

Guía para la revisión de diseños de puentes

La Guía para la revisión de diseños de puentes es un documento en donde se explican todos los aspectos que se deben verificar en los diseños para la aprobación por parte de la administración, con los ejemplos necesarios para poder comprender lo que se requiere y la manera en que debe ser presentado.

Esta guía se elabora a partir del listado de aspectos a verificar en los diseños, que a su vez es producto de la recopilación y unificación que se realizó de la información consultada. Además, se presentan conceptos técnicos del área de puentes que se consideró oportuno que fueran incluidos. Estos conceptos se definen a partir de referencias consultadas externamente como lo son el AASHTO LRFD Bridge Design, algunas circulares HEC de la Federal Highway Administration, los Lineamientos para el diseño Sismoresistente de puentes del CFIA, entre algunos otros documentos de la UE, así como algunas definiciones propias a partir de conocimiento adquirido e información que fue recopilada.

La finalidad de estos conceptos dentro de la guía es facilitar la comprensión de algunos aspectos que se indican dentro de la guía para los planos, memorias de cálculo o bien estudios técnicos, puesto que algunos son muy técnicos y propios del tema de puentes para referirse a algún elemento o bien algún fenómeno y que no son tan frecuentemente utilizados en alguna otra rama de la ingeniería.

Por otra parte para establecer la guía se tomaron en primera instancia los aspectos definidos para las memorias de cálculo y se estableció un listado a manera de esquema con los aspectos mínimos determinados como necesarios en una memoria de cálculo que se presente a la administración; de la misma forma se realizó para los estudios técnicos que se agruparon por campo de acción y posteriormente se analizan los aspectos o parámetros necesarios y de interés de cada uno de ellos, además de los

subestudios que se deben realizar en algunos casos para un área específica como por ejemplo la geotecnia.

Finalmente se realiza la guía para la revisión de planos de puentes como una unificación de los aspectos e información recopilada en etapas anteriores de la ejecución del proyecto, a partir de esta información se realiza un ordenamiento de esta a manera de esquema, agrupado por láminas y por algunos otros elementos específicos dentro de cada lámina y por aspectos generales de cada lámina.

Diseño de las listas de Verificación

En el diseño de los formularios para las listas de verificación se tomó en cuenta su funcionalidad con la información necesaria para poder identificar el proyecto. Se realizó un pequeño análisis de los aspectos que pueden ser relevantes para que sean incluidos en el formulario, así como redactar los aspectos de manera que puedan ser respondidos de manera afirmativa, negativa o en dado caso no aplica.

Seguidamente se tomaron los aspectos por lámina y por cada vista de la misma, para plasmarlos en el formulario de manera clara y ordenada, para que puedan ser fácilmente utilizados por el profesional a cargo de la revisión, así como para quien consulte posteriormente la revisión.

Aplicación de la herramienta

La herramienta se aplicó para poder conocer la efectividad de las listas de verificación, para esto se ejecutan los formularios en unos planos que ya habían sido revisados dentro de la UE-PIV 1 bajo el método convencional que se ha venido aplicando, con el fin de que se pudieran comparar los resultados que se obtienen de ambos, y realizar un análisis de esto.

La aplicación de los formularios se lleva a cabo con las listas de verificación en formato digital, lo cual sería recomendado, sin embargo, se pueden aplicar de manera física.

Resultados

Recopilación de información

Como parte de la recopilación y lectura de documentos realizada se logró obtener información de suma importancia para la elaboración de la guía.

Se pudo conocer la manera en que funciona la UE en cuanto a la revisión de los diseños, así como información muy relevante

sobre los proyectos, lo que permitió aprender de cada uno de ellos, específicamente los puentes, intercambios y otros de su tipo contemplados dentro de estos proyectos.

En el siguiente cuadro se muestran los documentos consultados y la información recuperada.

Cuadro 01. Información recopilada de diferentes documentos.	
Documento	Información recuperada
Cartel de Licitación Diseño y Construcción de la Ruta Nacional n.º 03, sección: Jardines -Pozuelo	Parámetros en común solicitados en los proyectos. Especificaciones técnicas y demás.
Revisiones de planos de la Dirección de Puentes del MOPT	Puntos a revisar en los planos de puentes.
Planos de Puente sobre Río Guarial, Ruta Nacional n.º 160	Listado de puntos a verificar en los planos, y corroborar puntos tomados de las revisiones de la Dirección de Puentes del MOPT.
Planos de Puente sobre Río Corobicí, Ruta Nacional n.º 01	Revisión de los aspectos a verificar para pilas de puentes y algunos otros esquemas representativos.
Oficios y documentos oficiales de la UE-PIV 1	Puntos a revisar en los planos de puentes.
Manual de normas y especificaciones para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010	Verificación de renglones de pago por actividades, para los ejemplos de cuadros de cantidades.
Lineamientos Diseño Sismoresistente de Puentes	Diagramas de flujo para el diseño en memorias de cálculo.
Memoria de cálculo de Puente de Intercambio La Irma y Chomes Ruta Nacional n.º 01 Tramo: Barranca-Limonal	Aspectos a verificar en memorias de cálculo.
Informe final actualización de diseño Ruta Nacional n.º 160 Tramo: Playa Naranjo-Paquera	Aspectos a verificar en memorias de cálculo.
Informe de avance Proyecto construcción de Ruta Nacional n.º 35 Tramo La Abundancia-Flores y Radial a Ciudad Quesada	Estudios técnicos más relevantes

A partir de estos documentos consultados se logró obtener la información que se usó como plataforma de la guía para la revisión de diseños. Toda esta información se recopiló para posteriormente ser unificada bajo un patrón de estandarización en estas revisiones, este patrón es determinado a partir de lo que se ha indicado y lo que se pudo ver de las revisiones en los proyectos anteriores de la UE.

Posteriormente a esta recopilación, se realizó un análisis de esta información obtenida para poder clasificarla y obtener lo que sea de utilidad, bajo la línea de buscar una generalidad de los aspectos.

Unificación de la Información

Como parte de la unificación de esta información, se siguió un proceso de análisis para poder filtrar la información obtenida y tomar la que realmente tiene relevancia o importancia dentro de esta guía de revisión.

A continuación, en la figura 08 se presenta en un pequeño diagrama los pasos seguidos para obtener el producto final.



Figura 08. Representación gráfica del proceso seguido para la clasificación y filtrado de la información recopilada.

Como se puede observar en la figura 08 el proceso de evaluación de la funcionabilidad es de alguna manera el más importante en esa etapa pues permite realizar el descarte de alguna información que no es necesario incluir dentro de la guía.

Bajo este análisis realizado se determinaron, para las memorias de cálculo los parámetros requeridos detallan a continuación:

- Memoria descriptiva: En esta se muestran los detalles más generales y que describen al proyecto o estructura que se va a diseñar, en este apartado se definen las metodologías de diseño, los materiales y las características requeridas, además de las cargas que experimentará la estructura como sus combinaciones.
- Diseño de estructura: En este apartado se divide el diseño por los elementos de la subestructura, superestructura y

elementos varios, se tiene que especificar todo el detalle de diseño con las comprobaciones correspondientes para la validación del diseño realizado.

Además, dentro de las memorias de cálculo se establece que se deja a criterio del diseñador que se pueden incluir datos e imágenes (pantallazos) de las modelaciones realizadas en los distintos *softwares* que previamente fueron definidos dentro de la memoria de cálculo descriptiva. Se establece además que todos los parámetros y fórmulas que se utilicen deben estar referenciados a la norma correspondiente con el respectivo artículo.

Por otra parte, se tienen los aspectos para los estudios técnicos, estos estudios fueron determinados a partir de la información recolectada de otros estudios como se mostró en el cuadro 01 del apartado anterior. Se determinaron además los estudios técnicos que generalmente se realizan para los diseños de

puentes, estos son: estudios geológico-geotécnicos, estudios de amenaza sísmica, estudios hidrológicos e hidráulicos y estudios topográficos.

Para el apartado de estudios técnicos solo se estableció una descripción muy puntual de lo que se espera visualizar dentro del estudio, sin

profundizar mucho en el tema pues estos estudios dependen en gran manera del formato que ya tenga establecido la firma o empresa que los realiza; por lo tanto, el interés dentro del alcance de esta guía es establecer los resultados de importancia como una premisa de diseño que se esperan a partir de estos estudios realizados.

Cuadro 02. Información requerida en estudios técnicos	
Estudio	Información requerida
Geológico-Geotécnico	Caracterización del suelo (propiedades físicas) Estratigrafía Potencial de licuefacción y mejoras Magnitud de asentamientos y mejoras para mitigarlos Capacidad de soporte del suelo
Amenaza Sísmica	Espectro de respuesta sísmica Aceleración pico efectiva (APE) Recomendaciones por falla cercana
Hidráulico e hidrológico	Nivel de agua máxima esperada (NAME) Perfil de socavación Líneas de energía del cauce (orientación de las pilas) Área hidráulica requerida para el puente
Topográfico	Curvas de nivel en el sitio. Condiciones especiales de la zona. Derecho de vía, colindancias, estructuras cercanas, etc.

En el cuadro 02 se puede visualizar la información de importancia dentro de los estudios técnicos que se realicen para el diseño de puentes, además como datos de entrada o premisas necesarias para el proceso de diseño. Como se menciona en la guía, la realización de todos estos estudios para el diseño de una estructura dependerá de la normativa, los requerimientos de la contratación y/o por condiciones particulares de la estructura o del sitio, esto porque podría haber casos donde no se requiera la totalidad de la información presentada en el cuadro anterior, por ejemplo, en puentes denominados críticos por los Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes 2013

Por otra parte, se determinaron los aspectos a verificar dentro de los planos constructivos que sean presentados. Primordialmente se lograron determinar las láminas generales de un juego de planos constructivos para un puente. A continuación, se

muestran estas láminas determinadas con una breve descripción de las mismas.

- Lámina de portada: En esta lámina se deben visualizar los aspectos más generales del proyecto y de la estructura en sí, como el nombre del proyecto, la ubicación y el índice de las láminas. Esta lámina permite identificar rápidamente el proyecto y la estructura en cuestión.
- Lámina Plan General: Esta lámina es de suma importancia porque debe mostrar un panorama general del proyecto. En esta lámina se debe observar de manera gráfica el plan de la estructura para tener un entendimiento de la misma, es muy importante mostrar la planta con la topografía, la elevación y la planta de fundaciones, así como las cantidades de pago para tener un parámetro adicional de la magnitud de la obra y para que la administración conozca las cantidades a pagar por la obra.

- Lámina de notas generales: En esta lámina se deben presentar todas las especificaciones, así como las premisas de diseño utilizadas, por otra parte, se debe mostrar notas de las especificaciones de los materiales y procesos constructivos, con el fin de que sirvan como una guía para poder realizar una mejor interpretación y poder facilitar el proceso constructivo con instrucciones claras acerca de la estructura.
- Lámina de bastiones y/o pilas: Esta es una lámina más detallada (una para cada bastión y pilas), pues presenta todos los detalles referentes a estos elementos de la subestructura (geometría, refuerzo y detalles). Se debe mostrar las vistas en planta, elevación y las fundaciones del bastión o pila, además se debe presentar detalles del acero, así como detalles de otras estructuras como aletones, juntas, cabezal, pedestal, entre otros.
- Lámina de superestructura: Esta lámina brinda los detalles referentes a la superestructura del puente (vehicular, intercambio, etc.), en la misma se debe mostrar detalles de la estructura para conocer la geometría y el refuerzo que presente, así como detalles específicos necesarios para la comprensión y el proceso constructivo.
- Lámina de detalles de vigas: Esta lámina brinda información importante de los detalles correspondientes a las vigas (geometría, refuerzo, uniones). Se deben mostrar las secciones de viga con su refuerzo, vistas de las vigas en los apoyos, vistas longitudinales con sus respectivos detallados de acero, así como detalles especiales necesarios para la correcta comprensión y el proceso constructivo.
- Lámina de detalles varios: Esta lámina muestra información de detalles diversos de la estructura, brinda detalles de las barandas vehiculares (geometrías y refuerzos), barandas peatonales, además detalles importantes de aceras, angulares de protección, en algunos casos neoprenos, juntas (expansión, construcción), entre otros que se consideren necesarios para la comprensión y el proceso constructivo.

A su vez cada una de estas láminas tienen una serie de elementos de forma, además de información técnica que deben contener; todos estos aspectos se detallan dentro de la guía producto del análisis realizado de cada uno de ellos.

Elaboración de guía y formularios de verificación

Con los insumos obtenidos a partir de las etapas anteriores se elabora la guía para la revisión de diseños de puentes de la UE-PIV 1, la cual se adjunta en el apéndice 03. Esta guía está compuesta por una sección introductoria denominada “Aspectos Generales”, en la cual se podrán encontrar los antecedentes del proyecto, los objetivos, la introducción, el alcance y limitaciones y un apartado para definiciones de algunos conceptos relevantes.

Se cuenta también con la sección de “Contenido” donde se tiene la información, de alguna manera más importante de esta guía, sin minimizar la importancia de las demás secciones. En esta se tienen los apartados de memoria de cálculo, estudios técnicos, planos constructivos, el instructivo de uso para las listas de verificación y un apartado de abreviaturas.

Finalmente se tienen las secciones de apéndices y anexos; en la sección de apéndices se encontrarán los formularios diseñados a partir de esta guía y en los anexos se incluyen algunos ejemplos muy representativos a manera de referencia para mostrar un panorama más claro de lo que se pretende con esta guía.

Además de la guía se realizaron formularios o listas de verificación para los planos, esto con el fin de que el proceso de revisión sea más rápido y de alguna manera estandarizado. Estos formularios se encuentran dentro de la guía para que posteriormente puedan ser empleados por parte de quien haga uso de la guía, también los formularios pueden ser utilizados en formato digital. En el apéndice 04 se muestran estos formularios aplicados en un caso real para poder evaluar su desempeño en una revisión real.

Aplicación de los formularios

La aplicación de la herramienta se realiza en un diseño que ya fue revisado por la UE-PIV 1 en algún momento. Se utilizaron los planos de diseño del puente a construirse sobre el Río Desjarretado en la Ruta Nacional 01, en el tramo Limonal–Cañas que corresponde al proyecto de Diseño Ruta Nacional n.º 01, sección Limonal–Cañas.

En la revisión realizada se logran determinar los aspectos que no se están cumpliendo en los planos respecto a lo que se solicita presentar. De esta manera se hace un listado de aspectos detectados dentro de los planos que deben ser corregidos, añadidos o aclarados; estos se agrupan según la

clasificación que se realizó por láminas dentro de esta guía.

El listado generado a partir de la aplicación de esta herramienta se compara con los listados de la primera revisión realizada en su momento por la UE-PIV 1, para lograr evaluar la herramienta con respecto a otro parámetro de comparación.

En los cuadros 03, 04 y 05 se muestran los resultados en listados obtenidos a partir de las revisiones realizadas en julio de 2015 que corresponde a la primera revisión hecha en su momento para la aprobación de estos diseños, y de esta que se realiza durante el desarrollo de la práctica profesional, con el único fin de poder evaluar la herramienta creada a partir de la Guía para la revisión de diseños de puentes.

Cuadro 03. Comparación de revisión de diseño del puente a construirse sobre el río Desjarretado por método convencional y guía de revisión (listas de verificación).

Lámina	Título	Revisión realizada 14/07/2015 (Método convencional)	Revisión realizada 02/05/2017 (Método listas de verificación)
9.1.1	Portada	No hay observaciones	a. Indicar estacionamientos de inicio y fin, en el título del proyecto.
9.1.2	Notas generales	a. La información indicada no fue posible corroborarla con el informe geotécnico. b. En la entrada de datos del programa CSI bridge se indica un concreto de "700 kg/cm2"	a. Eliminar código de cimentaciones. b. Indicar si se utilizarán aditivos. d. Incluir notas para barandas. e. Incluir tablas de longitudes de anclajes y empalmes.
9.1.3 / 9.1.4 / 9.1.5 / 9.1.6	Plan General	a. Incluir cortalágrimas b. Indicar cotas c. Incluir simbología d. Marcar derecho de vía y límites de propiedad. e. Incluir tabla de símbolos f. Incluir debajo de la planta de nuevo puente, la elevación longitudinal del puente. g. Incluir perfiles de socavación h. Justificar el no uso de escolleras i. Dibujar una sola elevación longitudinal de puentes donde se incluya los diferentes perfiles del terreno: centro, aguas arriba y aguas abajo	a. Presentar planta, elevación y planta de fundaciones en una sola lámina. b. Referenciar detalles. c. Incluir simbología. d. Aciliar cotas de los carriles. e. Indicar desagües en planta. f. Incluir límites de propiedad y derecho de vía. g. Indicar pendientes de taludes, indicar porque no hay escollera. f. Incluir perfiles en la elevación por línea de centro de proyecto. g. Indicar nivel final del terreno. h. Indicar nivel de agua normal. i. Perfil de socavación. j. Indicar lugar de dirección del carril k. Indicar pendiente longitudinal en la elevación. l. Indicar zonas de corte y relleno. m. Indicar tipos de apoyo (fijos y móviles). n. Indicar por donde se toman los perfiles en la elevación principal. o. Indicar ángulo de sesgo. p. Acotar ancho de la placa de fundación.

Cuadro 04. Comparación de revisión de diseño del puente a construirse sobre el río Desjarretado por método convencional y guía de revisión (listas de verificación).			
Lámina	Título	Revisión realizada 14/07/2015 (Método convencional)	Revisión realizada 02/05/2017 (Método listas de verificación)
9.1.7 /9.1.8 /9.1.9 /9.1.10	Bastión 1	<p>a. Línea de apoyos no coincide con la línea de centro del paquete del apoyo elástico, aclarar</p> <p>b. Incluir junta de construcción</p> <p>c. Incluir dispositivo para prevenir impacto de las vigas contra las llaves sísmicas.</p> <p>d. Incluir juntas de construcción</p> <p>e. Incluir ganchos.</p> <p>f. Incluir aros y ganchos inclusive dentro de la fundación</p> <p>g. Corregir recubrimiento, el mínimo debe ser 7,5 cm</p>	<p>a. Presentar planta, elevación y planta de fundaciones de bastión en una misma lámina.</p> <p>b. Indicar estacionamiento de eje de bastión.</p> <p>c. Indicar ángulo de sesgo.</p> <p>d. Indicar líneas de centro de vigas en la planta de Bastión</p> <p>e. Indicar las juntas de construcción.</p> <p>f. Presentar pendiente transversal de la calzada en elevación frontal de bastión.</p> <p>g. Indicar pendiente de los aletones.</p> <p>h. Indicar planta de fundaciones de bastión.</p> <p>i. Indicar recubrimientos.</p> <p>j. Aclarar por qué no se incluyen dispositivos para prevenir impactos en las llaves sísmicas.</p>
9.1.11 /9.1.12 /9.1.13 /9.1.14	Bastión 2	<p>Aplican las observaciones realizadas al bastión 1.</p>	<p>Aplican las observaciones realizadas al bastión 1.</p>
9.1.15 /9.1.16	Superestructura	<p>a. Indicar las dimensiones de los segmentos transversales de la losa a colocar, referido al ancho</p> <p>b. Incluir cota</p> <p>c. Incluir plantas de losa mostrando acero superior e inferior</p> <p>d. Aclarar por qué la línea de centro de apoyos de vigas y diafragma, no coincide con línea de centro de paquete de apoyos</p>	<p>a. Indicar nivel de contención de las barandas vehiculares.</p> <p>b. Mostrar planta detallada con acero y otros detalles de la losa.</p> <p>c. Incluir pendiente longitudinal de la calzada.</p> <p>d. Incluir cortalágrimas y referenciarlo al detalle.</p> <p>e. Referenciar el detalle del neopreno.</p>
9.1.17 /9.1.18	Vigas	<p>a. Incluir información: Pérdidas iniciales, pérdidas finales, f'c inicial de postensión, f'c final, fuerza de postensión inicial y fuerza de postensión final</p>	<p>a. Incluir notas de postensión para las vigas.</p> <p>b. Detallar mejor los conectores de cortante.</p> <p>c. Incluir datos de tensión inicial y final, pérdidas y porcentajes de relajación</p>

Cuadro 05. Comparación de revisión de diseño del puente a construirse sobre el río Desjarretado por método convencional y guía de revisión (listas de verificación).			
Lámina	Título	Revisión realizada 14/07/2015 (Método convencional)	Revisión realizada 02/05/2017 (Método listas de verificación)
9.1.19 /9.1.20	Detalles	No hay observaciones	<ul style="list-style-type: none"> a. Indicar nivel de contención de las barandas vehiculares. b. Indicar remate de acera. c. Indicar norma a cumplir la Baranda tipo MZ. d. Aclarar las diferencias en las longitudes de los despieces de varillas respecto a los diagramas de doblado.

Análisis de los resultados

Recopilación de información

Como parte de toda la recopilación de información realizada se obtienen algunos datos importantes para la elaboración de esta guía, como se mostró en el cuadro 01 en la sección de resultados, donde se especifican algunos documentos consultados y la información que se obtiene de ellos.

Con estos datos se logró conocer el funcionamiento de la UE-PIV 1, y por lo tanto comprender los métodos o procesos de revisión de diseños que se realizan, y de esta forma poder llevar a cabo la unificación de esta información.

Unificación de la información

Como parte de la unificación de información realizada, se llevó a cabo un análisis de cada uno de los aspectos que se incluyeron en esta guía, este análisis estuvo fundamentado en la funcionabilidad de la información, es decir en qué tan importantes son estos puntos dentro de las memorias de cálculo, estudios técnicos y planos constructivos al momento de realizar la revisión, o bien al momento de utilizar los planos constructivos en obra.

Es importante mencionar que, como parte de la evaluación de estos aspectos, se parte de la premisa de que cada puente será individual en un futuro, aun si es parte de un proyecto que englobe otras obras, por lo que se requiere que queden claras las especificaciones y demás documentación que respalde el diseño para que pueda ser consultada en cualquier momento, o bien para cuando el puente requiera a futuro de alguna intervención por mantenimiento rehabilitación u otras.

Además, se toma en cuenta el factor de estandarización pues se quiere establecer un formato generalizado para la presentación de estos diseños que a su vez facilite y agilice las revisiones en gran medida y por otra parte se genera un estándar para los planos y diseños, pues la forma en que se presentan los datos será uniforme, lo que generará que se facilite la comprensión de los planos para consultas a futuro.

A partir de todo este proceso de evaluación de la información, se logra obtener una serie de resultados como se ve en la sección respectiva y en el Apéndice 03 de la Guía para la revisión de diseños de puentes de la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1). Estos resultados brindan los aspectos generales que se deben cumplir en la presentación pues es lo que se va a verificar dentro de estos diseños, así como algunos otros aspectos particulares y propios de algún proyecto en específico debido a su complejidad o magnitud.

Para unificar la información de las memorias de cálculo y estudios técnicos no se contaba con mucha información, por lo que se realizó únicamente un listado de los datos de mayor interés en una memoria de cálculo o en los estudios técnicos según su tipo. Para los planos sí se logró hacer una mejor selección de la información pues estas revisiones son un punto fuerte dentro de la UE. Los procesos de revisión dentro de la UE no contaban con una guía o estándar para que pudieran ser replicados por otra persona, es por esta razón que más allá de proponer mejoras, esta unificación se orientó a documentar el proceso de revisión que es bastante bueno, pero actualmente se realiza más por la experiencia profesional y no por un estándar o documento que indique detalladamente el proceso.

Guía y formularios de verificación

Con la guía para la revisión de diseños de puentes se crea una herramienta que resultará muy útil para las revisiones que se vayan a efectuar por parte de personas que no conozcan este proceso. El documento de la guía está compuesto por cuatro apartados (aspectos generales, contenido, apéndices y anexos), dentro de estos apartados se detallan una serie de elementos y procedimientos para poder realizar el proceso de revisión.

En el apartado de aspectos generales se tiene una serie de secciones en las cuales se establecen las bases para el proyecto. En los antecedentes se justifica la realización de esta guía, así como lo que se pretende lograr con su uso. Otro punto importante de esta sección corresponde al alcance y las limitaciones, en este punto se define el alcance que tiene esta guía, es decir se establecen los puntos en los que no se tiene mayor enfoque o cobertura, pues en un campo tan amplio como lo es puentes se podría interpretar que se abarcan a profundidad muchas otras áreas técnicas relacionadas. Se establece dentro del alcance y las limitaciones que esta guía no profundiza en aspectos técnicos del área estructural, geotécnica e hidráulico-hidrología, es decir, aunque se mencionan muchos términos de dichas áreas no se ahonda en el cálculo o determinación de los parámetros, únicamente cuando se considere que se deba comprobar algo por parte del revisor.

Además, siempre en el apartado de aspectos generales se incluyó una sección de definiciones porque dentro del análisis de la información se consideró necesario aclarar algunos términos del vocabulario técnico pues en algunas ocasiones podría existir alguna confusión en el lenguaje técnico en caso de profesionales de otros países que se establecen en Costa Rica y utilizan alguna terminología diferente. Es por esto que se decide incluir esta sección para poder definir adecuadamente algunos de estos términos que se identificaron durante la recopilación de información y que podrían ser conflictivos debido a que en los planos y memorias hechas por profesionales extranjeros se detectó que no los utilizan y más bien hacen uso de otros que serían equivalentes; sin embargo, la problemática de esta situación es

que, en algunos casos, los términos no se conocen en el vocabulario técnico costarricense, es por eso que con estas definiciones se asegura una comprensión de tales términos por parte de los profesionales extranjeros y por lo tanto su uso. También es importante definir esta terminología, incluso, hasta para la comprensión de algunos profesionales que no se desenvuelven en el área de puentes y desconocen algunos conceptos muy específicos de esta área.

Posteriormente se tiene la sección de contenido en la cual se explican con un buen nivel de detalle y algún apoyo con figuras, los aspectos a verificar dentro del diseño (memorias de cálculo, estudios técnicos y planos constructivos). En la sección de memorias de cálculo se definieron dos puntos importantes, como lo son la memoria descriptiva y memoria de cálculo dentro de las cuales se desglosan una serie de aspectos de importancia que se deben mostrar en el documento que se vaya a presentar con la memoria del cálculo realizado; dichas memorias se realizan a partir del análisis anterior y de lo observado en los documentos consultados, así como en los procesos de revisión en los que se participó.

De igual manera, para los estudios técnicos, se realizó una clasificación por tipo, tomando en cuenta el área específica de acción de los mismos, así se obtienen estudios geológico-geotécnicos, amenaza sísmica e hidráulico-hidrología y topográficos, en los que se detallan resultados importantes que se esperan y que serán en muchos casos premisas de diseño determinantes. Es por esto que es necesario que se muestren los estudios para poder identificar desde el diseño de dónde fueron tomados los valores o parámetros y poder verificar su validez además para tener un panorama claro de las condiciones del suelo, así como del comportamiento del cauce (caudales, socavación, dirección del cauce, entre otras) y características topográficas del sitio.

En la sección de planos constructivos a partir de todo el análisis realizado se logró determinar las láminas típicas o generales del diseño, esto representa una facilidad para lograr establecer un estándar y además poder comunicar o indicar los aspectos necesarios que se deben visualizar en cada una de estas láminas de manera general. Una vez que se determinaron las láminas generales se procedió a identificar los

aspectos que deben contener por necesidad, esto a partir de los documentos leídos y la información recolectada. Esta sección es uno de los puntos altos de la guía pues permite, como ya se ha mencionado anteriormente, definir el estándar para la presentación de los planos constructivos, así como la guía para su revisión.

Con la información que se pudo determinar, en la sección de planos constructivos se logró elaborar los formularios o listas de verificación que son muy útiles al momento de ser empleadas porque permiten agilizar las revisiones, y conocer de primera mano lo que se debe verificar, salvo en casos muy específicos o complejos en los que se requiera aún más revisión de la que se establece en estos formularios.

En la parte de diseño del formulario se realizó una selección de la información que se considere importante registrar para los encabezados de los formularios; de igual manera que con la toda la información utilizada para esta guía, se evaluó la funcionabilidad de la misma.

Como parte de los aspectos que se evaluaron para el encabezado de los formularios se encuentran los siguientes:

- Nombre de la estructura, dato relevante de la revisión para poder identificar a cuál estructura pertenece el formulario de revisión.
- Lámina: en este punto se requiere que se indique el número de lámina y podría ser el título principal, para poder identificar de cual lámina es el formulario.
- Contratista, es importante que quede plasmado también como parte de la información del formulario, el nombre de la empresa o la firma consultora a cargo del diseño.
- Fecha de la revisión, se requiere que se indique la fecha en que se está realizando la revisión, con el fin de que en posteriores revisiones se pueda tener un control por fecha de las revisiones realizadas hasta la aprobación de los diseños.
- Número de la revisión que se está realizando, este dato al igual que el anterior de la fecha permite tener un control de las revisiones que se han hecho en el diseño y posteriormente una vez aprobado quede el registro de la cantidad de revisiones que se efectuaron.

- Nombre de persona que revisa, en este punto se debe indicar el nombre de la persona que realizó la revisión para poder contar con el registro del responsable.
- Dependencia, este dato pretende que se indique el nombre de la UE en donde se realiza la revisión o el nombre de la empresa consultora que lo realiza, en caso de que se haya contratado alguna para tal fin.

Además, se incluye un espacio para poder hacer la verificación a manera de respuesta a la pregunta o afirmación que se esté realizando. También se dejaron espacios para que el profesional que realice la revisión pueda anotar las observaciones que tenga en casos muy específicos o cuando se quiera dejar algún aspecto en claro para próximas revisiones. Así mismo, estas anotaciones pueden ser remitidas en un oficio de respuesta al diseñador o contratista para que puedan ser subsanadas o aclarados los aspectos señalados en las revisiones.

Aplicación de los formularios

A partir de la aplicación de esta herramienta se obtiene como resultado la información contenida en los cuadros 03,04 y 05, de la sección anterior de resultados, en la cual se visualiza el listado de observaciones realizadas en la revisión bajo el proceso que se ha venido haciendo (método convencional) en la UE-PIV 1 y las observaciones obtenidas con las listas de verificación desarrolladas (método listas de verificación).

Se desprende de los planos del puente a construirse sobre el río Desjarretado, en Ruta Nacional 01, sección Limonal - Cañas que no se cumple estrictamente con el formato común para la presentación de planos de puentes, pues se dan casos en los que, generalmente, la información que requiere se presenta en una sola lámina a lo sumo en dos, tomando en cuenta que esta estructura seleccionada es de un solo tramo y se considera como pequeña en comparación con otros puentes; sin embargo para este caso la información de una lámina específica se presenta en cuatro láminas, como es el caso de la lámina del plan general, pero de

igual manera se hacen las observaciones, respectivas según lo dispuesto en la Guía para la revisión de diseños de puentes en este trabajo desarrollada y las listas de verificación. Con lo anterior no se quiere decir que el diseño presentado esté mal, sin embargo, se debe corregir o aclarar estos aspectos según corresponda, de forma que los planos y especificaciones sean más funcionales en el momento de consultarlos para los procesos posteriores de ejecución de obra u operación de la estructura, así como para que los diseños reciban la debida aprobación por parte de la administración.

Del cuadro 03, para la lámina de portada por el método convencional no se tienen observaciones, mientras que por el método de las listas de verificación se señala que se debe indicar el estacionamiento de inicio y fin del proyecto dentro del título del mismo. Por otra parte, para la lámina de notas generales se puede visualizar que no hay similitud entre los aspectos que se señalan entre ambas revisiones. Las observaciones realizadas bajo la revisión convencional no se pudieron verificar pues para la aplicación de esta herramienta no se contó con la memoria de cálculo ni con los estudios técnicos, además, lo que se señala en la revisión con las listas de verificación son aspectos más puntuales que son detectados producto de tener un formulario como este, pues permite llevar un orden para comprobar cada aspecto de la lista. En este mismo cuadro, pero para la lámina de plan general hay más coincidencias con respecto a los aspectos señalados, aunque con las listas de verificación se realiza casi el doble de observaciones, pero las que se detectaron con el método de revisión convencional también se detectaron con el método en análisis.

Con respecto al cuadro 04 en lo que respecta a las observaciones realizadas para la lámina de bastión 1 se puede ver que las observaciones con ambos métodos son iguales en algunos puntos, aunque siempre se tiene una mayor cantidad de observaciones en la revisión

con el método de listas de verificación, lo que indica que se tiene una base más amplia y uniforme de aspectos a verificar. De igual manera en el cuadro 04 se tiene la lámina de superestructura en la que se tiene similitud solamente en una observación, sin embargo, se tienen pocas observaciones para ambos métodos de revisión. Además, se tiene la lámina de vigas en el mismo cuadro en la cual se puede visualizar una coincidencia total con la única observación realizada por el método convencional, mientras que con el método de las listas de verificación se tienen tres observaciones y una de ellas coincide con lo solicitado con el primer método.

En el cuadro 05 se muestran únicamente las observaciones para la lámina de detalles varios en la cual no se tienen observaciones mediante el método convencional, mientras que con el método de las listas de verificación se tienen cuatro observaciones apegadas a los aspectos que se determinaron durante la elaboración de la Guía para la revisión de diseños de puentes.

A partir de los resultados obtenidos se puede observar una diferencia de forma cuantitativa con respecto a las observaciones realizadas entre ambos métodos, por otra parte, estas guías requieren de actualización constante dependiendo de los cambios que se experimenten en las teorías o metodologías para el diseño de puentes, así como requerimientos distintos por parte de la normativa vigente al momento de ejecución del proyecto. Cuantitativamente el método de las listas de verificación genera más observaciones, pues en este se tiene una guía con un orden establecido y parámetros fijos para poder comprobar, lo que facilita en gran medida los procesos de revisión, que dejan de estar únicamente basados en la experiencia y el “buen ojo” o pericia del revisor, sino que se crea una base, a manera de estándar de los procesos, con la flexibilidad de ser modificada en el momento que se requiera por distintas razones sobre este mismo formato o herramienta o bien sobre otros que se puedan crear a futuro.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Finalizada esta práctica profesional supervisada se concluye lo siguiente:

- Se consiguió recopilar información importante de los procesos de revisión de diseños de puentes en la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1), como base para la creación de una guía para este proceso.
- Se identificaron los aspectos referentes a las revisiones para memorias de cálculo, estudios técnicos y planos constructivos de puentes.
- Se unificó la información generada a partir de los análisis realizados para obtener la base fundamental en la elaboración de la Guía para la revisión de diseños de puentes de la Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial (UE-PIV 1).
- Se obtuvo como producto de este trabajo, la Guía para la revisión de diseños de puentes de la UE-PIV 1, con la cual se consigue brindar una herramienta a los profesionales para conocer y agilizar el proceso de revisión de diseño.
- Se obtuvieron listas de verificación para planos a partir de la Guía para la revisión de diseños de puentes de la UE-PIV 1, con el fin de llevar a cabo las revisiones de planos de forma eficaz.
- Existe una diferencia cuantitativa entre ambos métodos con respecto a las observaciones realizadas, siendo el método de listas de verificación el que obtiene más observaciones que el método convencional.
- Las listas de verificación minimizan alguna omisión por parte del revisor en aspectos básicos de los planos de puentes.

Recomendaciones

- Realizar una mayor aplicación de esta herramienta para poder evaluar de mejor manera su comportamiento.
- Elaborar una variación de esta guía para que sea dirigida a los diseñadores (incluirla en los carteles de licitación de proyectos) para que tengan conocimiento de los aspectos que se requieren cuando se presenten los diseños y estos sean presentados de manera más filtrada.
- Realizar una metodología para registrar las inspecciones en campo de los puentes en proceso de construcción o rehabilitación, en este trabajo no se pudo desarrollar este tema debido a que la UE-PIV 1 está en proceso de finalización de sus proyectos, por lo cual no se tenían proyectos como muestra para desarrollar la metodología.
- Considerar dentro de la memoria de cálculo la revisión de pavimentos, como un componente más del puente.
- Considerar dentro de la metodología de revisión la ubicación o posible reubicación de los servicios públicos.
- Incluir dentro de los planos y memorias de cálculo aspectos de seguridad vial (señalamiento, demarcación e iluminación).
- Contemplar en los diseños aspectos del entorno social (viviendas, afectación a la comunidad, etc)
- Promover la mejora de esta guía para la posibilidad de que sea homologada y utilizada de manera oficial dentro de la Administración pública, y hacer este documento de consulta pública por la importancia de su contenido.

Apéndices

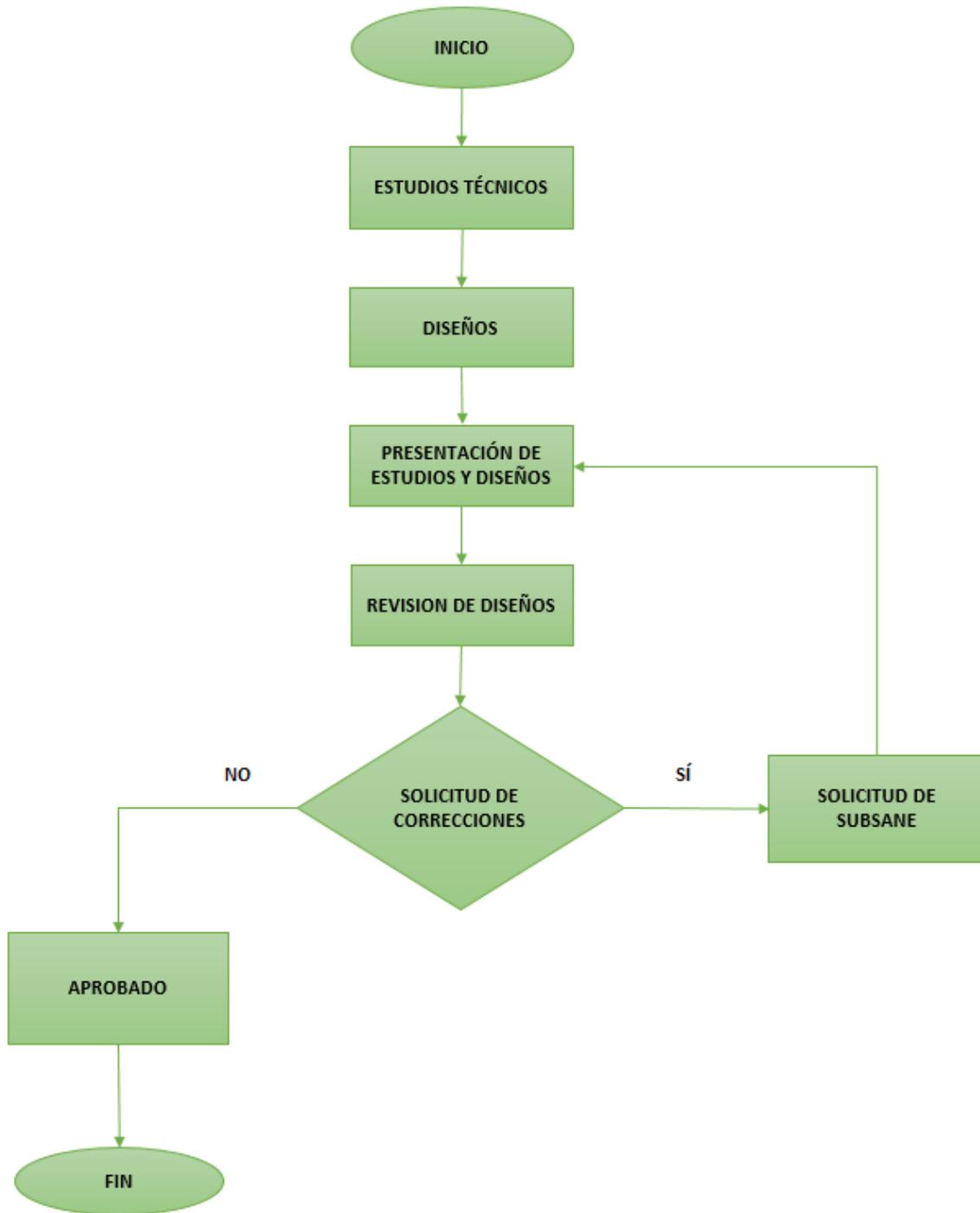
Apéndice 01. Diagrama de flujo de los procesos de revisión de diseños de puentes.

Apéndice 02. Representación gráfica del proceso seguido para la clasificación y filtrado de la información recopilada.

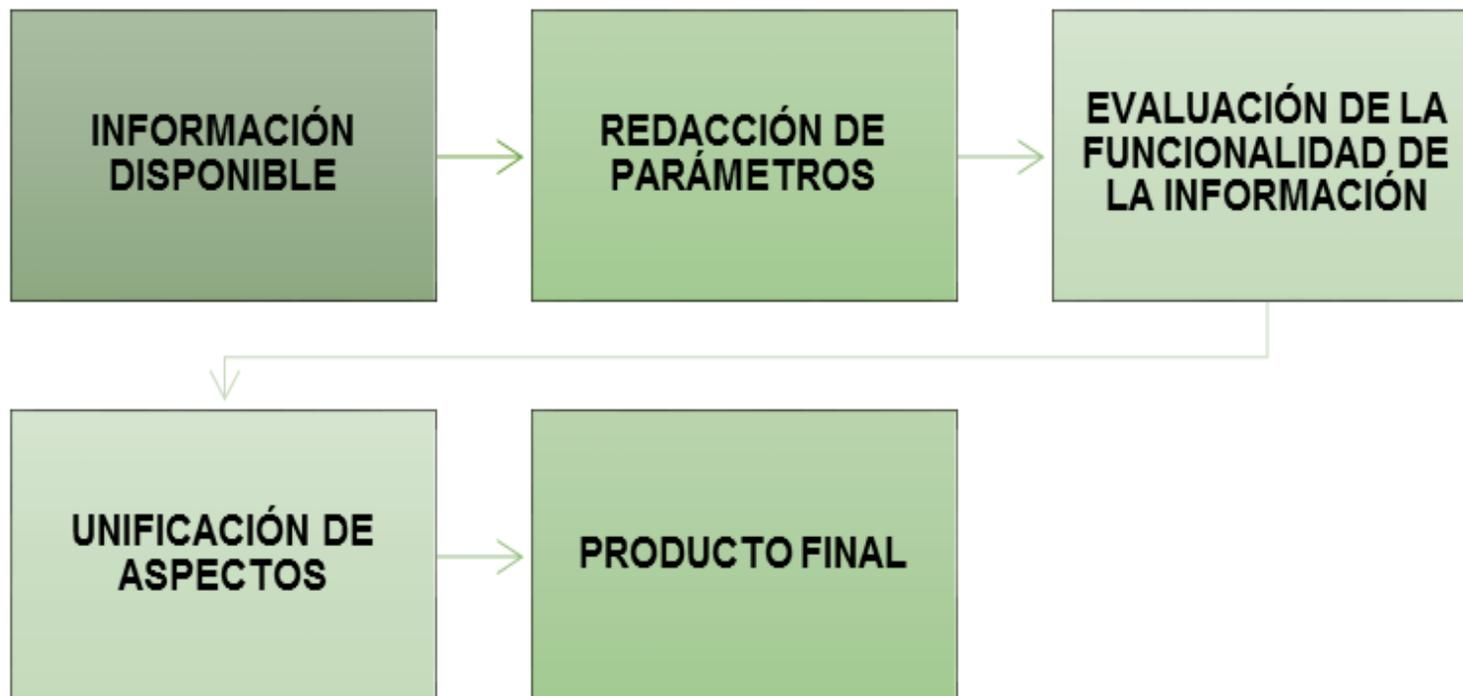
Apéndice 03. Guía para la revisión de diseños de puentes.

Apéndice 04. Aplicación de formularios en planos de puente por construirse sobre el río Desjarretado.

Apéndice 01.



Apéndice 02.



Apéndice 03.

GUÍA PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PUENTES



GUÍA PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PUENTES

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	2
1. ANTECEDENTES	2
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	5
5. DEFINICIONES.....	6
CAPÍTULO II. GUÍA PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PUENTES.....	11
1. MEMORIAS DE CÁLCULO.....	11
2. ESTUDIOS TÉCNICOS.....	16
3. PLANOS CONSTRUCTIVOS	19
4. INSTRUCTIVO DE USO PARA LISTAS DE VERIFICACIÓN	42
5. ABREVIATURAS.....	45
CAPÍTULO III. APÉNDICES.....	47
APENDICE 01. LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE DISEÑOS EN PLANOS DE PUENTES. 47	
CAPÍTULO IV. ANEXOS	60
ANEXO 01. EJEMPLOS DE PRESENTACIÓN PARA PLANOS DE PUENTES.	61

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1. ANTECEDENTES

El desarrollo y crecimiento que tiene el país hace que se requiera una infraestructura vial con mayor nivel de servicio al actual. Es así como el Gobierno de la República ha recurrido a préstamos externos con entes internacionales para estos fines, para que, tanto el MOPT como el Conavi puedan administrar estos fondos y llevar a cabo la ejecución de los proyectos de mejoramiento vial a través de unidades ejecutoras de proyectos.

Le corresponde esta administración al Consejo Nacional de Vialidad (Conavi) por ser “un órgano de desconcentración máxima, adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, con personería jurídica instrumental y presupuestaria para administrar el fondo vial; y le corresponde, la conservación y construcción de las carreteras, calle de travesía y puentes de la red vial nacional” (Conavi, 2017).

Los proyectos que se manejan con estos créditos internacionales son de gran impacto para el desarrollo económico y social del país, pues son mejoramientos y rehabilitaciones importantes que buscan, como se mencionó anteriormente, brindar una mejor condición de servicio para todos los usuarios.

Uno de estos préstamos fue para el Primer Programa de Infraestructura Vial financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) mediante la Ley n.º 8845, para lo cual se creó la Unidad Ejecutora UE-PIV 1 con el fin de dar seguimiento y administración del diseño y la ejecución de los proyectos de este programa.

La UE-PIV 1 entre otras responsabilidades, tiene a su cargo revisar los diseños de los proyectos del programa en cuanto a los puentes, además, también ha dado apoyo importante en otros proyectos de la Administración ajenos al programa, para lo cual cuenta con un protocolo de revisión por parte de los profesionales de esta dependencia; sin embargo,

estos procedimientos no están documentados de modo que no se puede disponer de un estándar, de ahí que en este documento se realiza una recopilación de toda la información existente con el fin de unificarla y definirla claramente para uso de la Administración y de futuras unidades ejecutoras que se conformen.

Como se espera que el país tenga un aumento en la construcción de infraestructura vial, estos lineamientos para la revisión de planos y diseños toman importancia porque facilitarán el trabajo de otros profesionales que se vayan a involucrar en estas revisiones dentro de otras unidades ejecutoras o bien de la Administración, así como servir de guía para entes externos que esta contrate para tales fines.

2. INTRODUCCIÓN

Las revisiones de diseños son procesos que deben ser muy eficientes y uniformes, independientemente de quien los realice, para poder tener la seguridad de que no se ha dejado pasar por alto ningún aspecto relevante para la Administración. En virtud de esto se crea la *Guía para la revisión de diseños de puentes*, con el propósito principal de ser una herramienta útil y eficiente para ser aplicada tanto en diseños de puentes nuevos como en los diseños de rehabilitación para puentes existentes; esta guía presenta una unificación de los aspectos relevantes que deben ser presentados en los documentos de diseño como lo son las memorias de cálculo, los estudios técnicos y los planos constructivos.

En este documento se presentan además definiciones de ciertos términos técnicos utilizados dentro de la guía y así como también del lenguaje técnico de la parte de puentes para facilitar su comprensión. Se define también el alcance de esta guía, así como las limitantes que pueda tener. Por otra parte, se adjuntan algunos ejemplos de planos para poder ejemplificar, de mejor manera lo que se requiere; además se adjuntan las

listas de verificación creadas a partir de esta guía, con su respectivo instructivo de uso.

Se espera que con esta guía se logre mejorar y estandarizar el proceso de revisión de diseños de estructuras de puentes por parte de una Administración y a su vez se pueda transmitir el proceso de las revisiones a otros profesionales que se involucren o que se contraten para tal fin, sin dejar de lado el criterio y la experiencia profesional, que combinados con el uso de esta herramienta hará que los procesos de revisión sean más eficientes.

3. OBJETIVOS

Los objetivos de esta guía corresponden a:

- Establecer una guía para la revisión de diseños de puentes en proyectos de infraestructura vial, que unifique o estandarice, a partir de información existente, los parámetros necesarios de acuerdo a este tipo de estructuras.
- Brindar una herramienta a una Administración para poder dar una guía a los profesionales o entes externos de supervisión que se contraten, de los aspectos que se requiere verificar en los diseños de puentes.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

El propósito de esta guía corresponde únicamente a establecer los procedimientos para realizar las revisiones de los diseños, sin embargo, queda a criterio del profesional el señalamiento de otros aspectos que se consideren relevantes y que no estén contenidos en ella, de igual manera los aspectos aquí presentados son generales y dependerán del tipo de proyecto que se llevará a cabo.

En este documento se establecen los parámetros o lineamientos para la presentación y revisión de diseños, memorias de cálculo, estudios técnicos, y planos constructivos; todo esto referente a estructuras de puentes [viales](#). Además, se brindan formularios para realizar las revisiones, en los que se indicará si se cumple o no con lo establecido en esta guía, y a su vez, servirán como recurso para la generación del informe que se requiere como parte de la revisión con las observaciones necesarias, para que estas sean subsanadas o justificadas por el diseñador.

En esta guía no se profundiza en temas técnicos o cálculos relacionados con el área de diseño estructural, geotécnico e hidráulico-hidrológico, simplemente se establecen los parámetros importantes que se deben incluir y aspectos de forma para la presentación de los diseños, con la finalidad de hacer más eficientes las revisiones; sin embargo, la revisión e interpretación de esta información queda a criterio del profesional que realice la misma, para solicitar las correcciones o aclaraciones que considere necesarias o en su defecto aprobar el diseño. Dentro de esta guía no se mencionan los estudios básicos a presentar para cada proyecto, pues eso dependerá de los requerimientos propios de la obra o lo que se haya solicitado dentro de la contratación por parte de la Administración.

5. DEFINICIONES

Acera: Pavimento destinado al uso de peatones.

Aletón: Elemento de la subestructura diseñado para participar en la contención de los rellenos de aproximación al puente.

Angular de protección: Elemento angular metálico anclado a los bordes superiores de la viga cabezal para su protección.

Ángulo de desviación o sesgo: Ángulo formado entre el eje normal de la línea de centro del proyecto y la línea de apoyos en bastiones.

Apoyos: Elemento del puente donde se concentran las cargas que transmiten las vigas a la subestructura.

Apoyo fijo: Soporte de puente que tiene restringido el movimiento en todas direcciones.

Apoyo móvil expansivo: Soporte de puente que puede girar libremente en una o todas direcciones.

Barandas: Elementos para la protección y la seguridad de paso del peatón.

Baranda Tipo “MZ”: Barrera metálica para la seguridad de paso peatonal.

Barreras: Elementos para la contención de vehículos dentro de los carriles, instalados en los márgenes o en el separador central de la carretera y en los bordes de los puentes.

Barrera Tipo “New Jersey”: Barrera de contención vehicular rígida con una geometría particular que trata de evitar choques frontales de los vehículos, y reintegrarlos al carril en caso de algún accidente.

Barrera Tipo “Flex Beam”: Barrera metálica de contención vehicular, que permite disipar energía en caso de impacto. Se clasifica dentro de las flexibles.

Bastión (estribos): Una estructura que soporta el final del claro del puente y provee de soporte lateral para el material de relleno sobre el cual la calzada se apoya inmediatamente junto al puente.

Berma: Corte horizontal colocado en la base y cumbre de un terraplén para la estabilización del talud interceptando las tierras que se desmoronen.

Camber o contraflecha: Ligera curvatura, convexa, que se realiza en una viga o cercha para compensar cualquier flecha prevista cuando soporte un peso.

Chaflán: Sustitución de una esquina por un plano y que se aplica con mucha frecuencia en edificios, de modo que una fachada sustituye a una esquina

Cimentación: Estructura que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal.

Cortalágrimas: Incisión en la parte inferior de la losa de concreto con el objetivo de evitar el flujo del agua a lo largo de la parte inferior de la losa.

Despiece de acero de refuerzo: Diagramas que detallan las piezas de acero y sus doblados para la confección de la armadura, así como para el cálculo de cantidades de materiales.

Empalmes: Cualquier unión de dos piezas para aumentar su longitud de manera solapada.

Escollera: Obra hidráulica construida para proteger una zona determinada.

Estacionamientos: Referencias para identificar puntos del proyecto en kilómetros, metros y centímetros.

Estratigrafía: Parte de la geología que estudia la disposición y caracteres de las rocas sedimentarias estratificadas y de lo que en ellas se contiene.

HL-93: Esta corresponde a una carga viva vehicular en la superficie de ruedo de puentes o estructuras de contención que consiste en la combinación del camión o tándem de diseño y la carga del carril de diseño.

Intercambio: Unión de dos o más carreteras a un número de niveles diferentes de modo que el tráfico puede pasar de una a la otra sin cruces al nivel de la corriente principal de tráfico.

Junta de construcción: Previsión de diseño para garantizar el correcto desempeño estructural del elemento, ante discontinuidades en el proceso de construcción del mismo.

Junta de expansión: Es un espacio que se encuentra entre la losa de superestructura y los elementos de la subestructura (bastiones) con el fin de contrarrestar los movimientos que se presenten por cambios volumétricos por temperatura, así como las vibraciones o desplazamientos que vaya a sufrir la estructura. Generalmente en este espacio se coloca un dispositivo de algún material suave que permita absorber la energía de estos movimientos y generar una superficie lisa entre el bastión y la losa principal.

La Administración: Término para referirse a la parte representante del Estado sea el MOPT, Conavi o Municipalidad, en un contexto de obra pública.

Luz, vano: Distancia comprendida entre dos apoyos de una viga.

Mejoramiento: Corresponde una mejora en el nivel de servicio o estándar de una estructura, por medio de intervenciones constructivas en las mismas.

NAME: Corresponde al nivel máximo de agua que se espera en la estructura bajo ciertas condiciones para un periodo determinado de retorno u ocurrencia en años (PR).

Nivel de contención: Capacidad de mantener vehículos dentro de un determinado espacio para su flujo.

Nivel de contención TL-1: Este tipo de baranda es aceptable para zonas en las que se circula a bajas velocidades y con muy bajos volúmenes de tráfico. Condición típica de carreteras locales de baja velocidad.

Nivel de contención TL-2: Esta baranda es apta para carreteras locales que conectan con vías principales en las que imperan las condiciones de sitio favorables (buena visibilidad, topografía regular), y por las que circula una muy baja cantidad de vehículos pesados, además, la velocidad de tránsito en estas vías es muy baja.

Nivel de contención TL-3: Este tipo de baranda es apto para una amplia gama de vías secundarias donde se puede circular a alta velocidad, pero con un muy escaso tránsito de vehículos pesados y condiciones de sitio favorables.

Nivel de contención TL-4: Este es un tipo de baranda aplicable a la mayoría de carreteras y autopistas donde se permite la circulación a alta velocidad y en las que la proporción de vehículos pesados que componen el tránsito es normal. Es la condición más utilizada para el diseño de barandas para puente y describe las condiciones comúnmente encontradas en las vías principales.

Nivel de contención TL-5: Este tipo de baranda se utiliza para condiciones de circulación a alta velocidad en vías principales, en las cuales el tránsito está compuesto en un alto porcentaje por vehículos pesados y en donde imperan las condiciones de sitio desfavorables, lo que obliga a construir una baranda que provea un grado de protección superior al de las barandas anteriormente citadas.

Nivel de contención TL-6: Esta baranda se utiliza en casos en los que es esperable que el tránsito esté compuesto por un alto porcentaje de camiones cisterna o vehículos similares con altos centros de gravedad, en especial si las condiciones de sitio son muy desfavorables.

Perfil Estratigráfico: Es el que se realiza a partir de datos de perforaciones, de datos de prospección geofísica (datos indirectos), o bien de cortes naturales o artificiales del terreno que muestran las rocas que conforman la columna estratigráfica, mediante los cuales se puede reconstruir la estratigrafía del subsuelo, acorde con la profundidad que demanda el proyecto

Pila: Esta parte de la estructura del puente provee soporte intermedio a la superestructura del puente.

Puente: Estructura con una longitud no menor a 6 m que forma parte de una carretera, construida para vencer obstáculos naturales o artificiales, tales como ríos, carreteras o vías de ferrocarril, y que disponen de una calzada o acera para peatones, carretera o tráfico ferroviario.

Recubrimiento: Espesor de la capa de concreto que cubre el acero de refuerzo.

Rehabilitación: Proceso o intervención en el cual la resistencia de un puente se restaura o es incrementada.

Socavación: Erosión sobre las pilas, bastiones o elementos de protección del puente, causada por la corriente del flujo de agua.

Viaducto: Obra a manera de puente a desnivel, para el paso de un camino (carretera aérea).

Viga cabezal: Parte superior de un bastión sobre la cual se apoya el extremo de un tramo de la superestructura y que posee pedestales, que son columnas cortas sobre las que se apoyan directamente las vigas principales de la superestructura.

Viga diafragma: Elemento que brinda a la superestructura una conectividad importante entre las vigas principales y hace posible que esta funcione como un conjunto. La viga diafragma provee la resistencia necesaria a las fuerzas laterales y excéntricas que actúan sobre la superestructura.

CAPÍTULO II. GUÍA PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PUENTES

1. MEMORIAS DE CÁLCULO.

1.1 Memoria descriptiva

- a. Presentar un índice o tabla de contenidos.
- b. Memoria descriptiva detallada (ubicación, descripción del proyecto, características importantes).
- c. Establecer los antecedentes del proyecto.
- d. Enumerar y nombrar a cada figura, cuadro, tabla, gráfico o esquema que se presente.
- e. Indicar las fórmulas o parámetros que se utilizan dentro del cálculo de diseño, con la respectiva referencia al artículo de la normativa de la cual se tomó.
- f. Indicar el significado de cualquier simbología o siglas que se utilice.
- g. Indicar detalladamente las características de los materiales que se van a utilizar para la estructura, definiendo sus propiedades físicas más relevantes.
- h. Indicar los *softwares* que se vayan a utilizar para las modelaciones estructurales u otras que se requieran.
- i. Indicar las especificaciones técnicas empleadas en el diseño.
 - Especificaciones de diseño.
 - Carga Viva de diseño HL-93.
 - Características de los materiales.
- j. Cargas permanentes.
 - Indicar las cargas permanentes que se están considerando en el diseño.
- k. Cargas temporales.
 - Indicar las cargas vehiculares que se están considerando en el diseño, además indicar para qué elemento, si fuera el caso (tipos de combinación, factores y demás).

- I. Carga de sismo.
 - Indicar el cálculo del coeficiente sísmico de diseño, con las respectivas referencias a las normativas empleadas para su determinación.
 - Indicar periodos de retorno para la estructura en diseño.
 - Referencia del estudio de amenaza sísmica realizado.
- m. Estudios geotécnicos.
 - Capacidad de soporte del suelo de cimentación.
 - Referencia del estudio geotécnico realizado.

1.2 Diseño de estructura.

Para cada elemento de la sub y superestructura que se diseñe se deben realizar las diferentes revisiones que correspondan según lo establezca la normativa de diseño. Además, se debe indicar las fórmulas o parámetros que se utilizan dentro del cálculo de diseño con la respectiva referencia al artículo de la normativa de la cual se tomó.

a. Diseño de subestructura.

- Diseño de cimentaciones.
- Diseño de columnas.
- Diseño de cabezal.
- Diseño de aletones.
- Diseño de muros.
- Diseño de juntas de construcción.

b. Diseño de superestructura.

- Diseño de vigas (principales, diafragma).
- Diseño de postensión y/o pretensión en vigas
- Diseño de losa.
- Diseño de postensión y/o pretensión en losa.
- Diseño de losas de aproximación.
- Diseño de conectores de cortante.
- Diseño de juntas de expansión.
- Diseño de juntas de construcción.

- Diseño de apoyos.

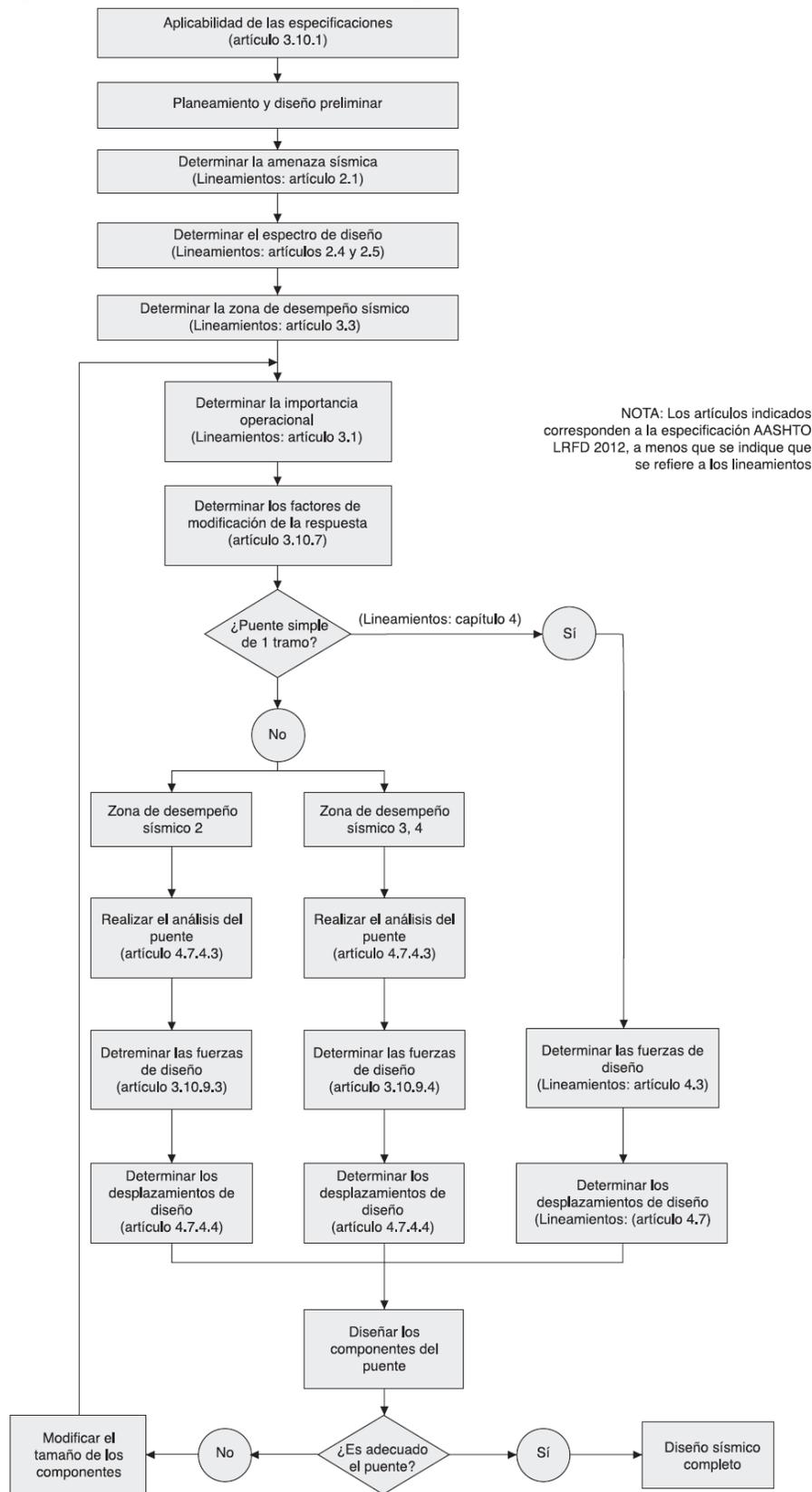
c. Diseño de elementos varios.

- Diseño de apoyos.
- Diseño de barreras y barandas.
- Diseño de uniones.
- Diseño de anclajes.
- Diseño de aceras.
- Comprobaciones por impacto en barreras de contención.
- Comprobaciones de las deflexiones de la estructura con peatones (L/1000).

Queda a criterio del diseñador incluir las salidas o capturas de pantalla de las modelaciones dentro del *software* que se utilice, sin embargo, se recomienda adjuntar al menos algunas que sean relevantes (vistas de la modelación general dentro del *software*), así como los resultados utilizados para el diseño propiamente.

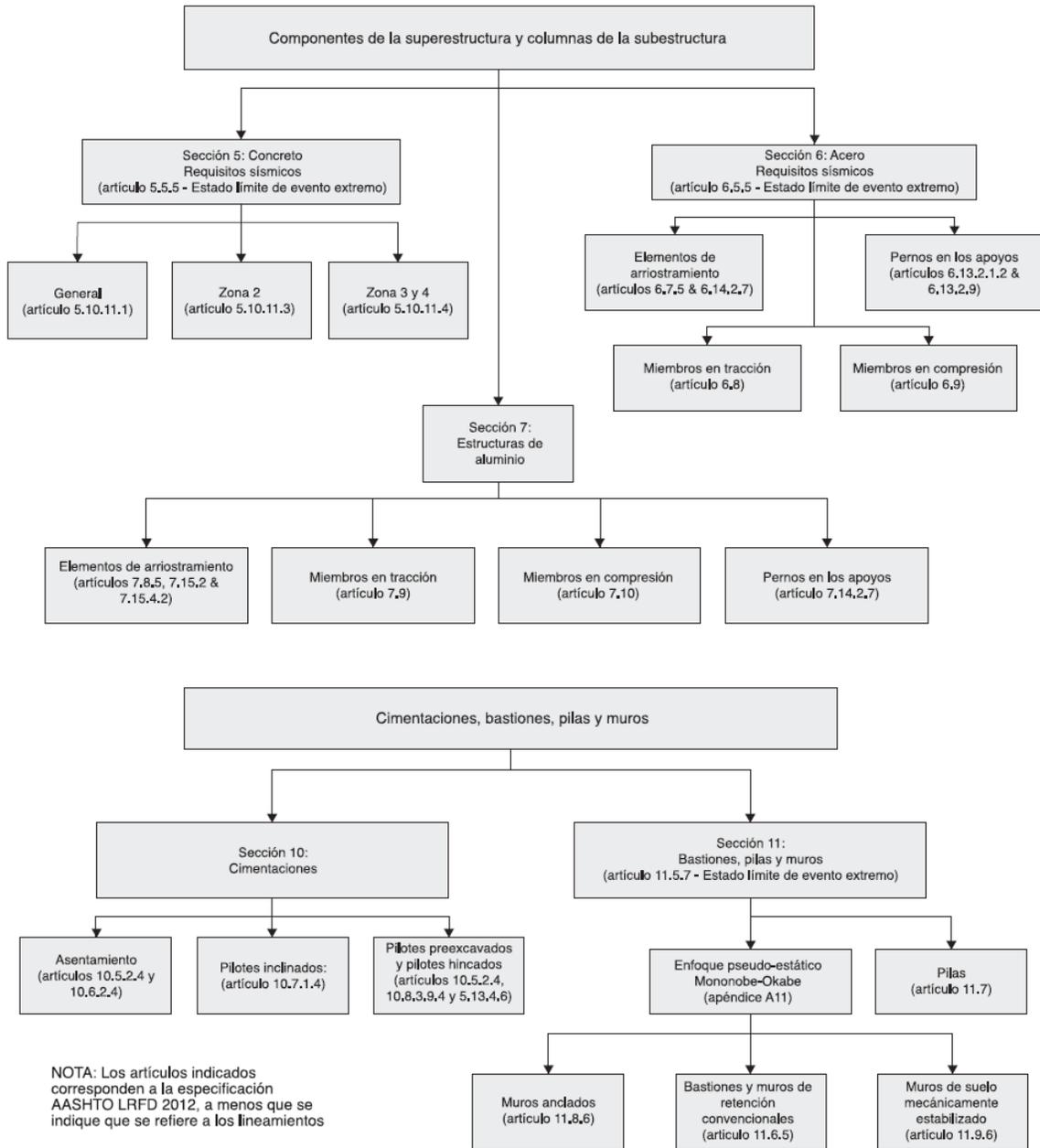
A continuación, se presentan dos diagramas de flujo donde se representa de manera gráfica, el proceso de diseño según el AASHTO y los lineamientos para el diseño sismoresistente de puentes que a su vez está basado en el AASHTO. EL primer diagrama representa el proceso de diseño de manera general, mientras que el segundo diagrama representa el diseño para la subestructura y para la superestructura por separado. Básicamente lo que establecen estos diagramas es de suma importancia que quede reflejado en la memoria de cálculo para poder dar un seguimiento al procedimiento empleado y poder verificar durante las revisiones que se cumpla con lo solicitado por la Administración, sin dejar de lado algunas otras comprobaciones necesarias, las cuales podrían no estar contempladas en estos diagramas de flujo.

Figura 01. Procedimiento de diseño según la especificación AASHTO LRFD.



Fuente: LDSDP CFIA (2013)

Figura 02. Procedimiento de diseño de la superestructura y subestructura según la especificación AASHTO LRFD.



Fuente: LDSDP CFIA (2013)

2. ESTUDIOS TÉCNICOS.

Estos estudios serán revisados en caso que sean presentados, sin embargo, la necesidad de realizarlos dependerá de las disposiciones propias del cartel de licitación o bien cuando sean estrictamente requeridos por el tipo de estructura que se va a realizar de acuerdo a factores de importancia o dimensión de la obra. Es importante que los estudios técnicos sean firmados por los profesionales responsables de los mismos.

2.1 ESTUDIOS GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO.

Se debe realizar un estudio de los antecedentes geológicos de la zona de construcción, para que se tenga un previo conocimiento de las condiciones del terreno, además de los siguientes estudios específicos de suelos.

2.1.1 PERFORACIONES EN CADA SITIO DE CIMENTACIÓN.

- a. Con este estudio se espera lograr obtener información importante para poder realizar una caracterización del suelo presente en la zona donde se construirá la estructura, a partir de este estudio se espera obtener el perfil estratigráfico del suelo, así como algunas propiedades físicas relevantes de los estratos encontrados.

2.1.2 ANÁLISIS DE LICUEFACCIÓN.

- a. En este estudio se requiere que se haga una descripción previa de las condiciones conocidas de materiales licuables en sitio, y a partir de esto poder corroborar si hay un riesgo real de licuefacción en la zona del proyecto. En caso de que haya alguna afectación por licuefacción se debe realizar la consideración respectiva en el diseño de esta condición.

2.1.3 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS.

- a. En este estudio se debe indicar el tipo de análisis que se realizó para determinar los asentamientos que experimentará el terreno producto de la obra, así como las posibles soluciones para mitigar estos aspectos y así mitigar cualquier efecto negativo que pueda causarse a la estructura por este aspecto.

2.1.4 CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN.

- a. Es de suma importancia que se muestre este parámetro pues muestra las condiciones de soporte del suelo en términos de carga (T/m^2), así como el nivel de esta carga máxima. Esta es una premisa de diseño vital para poder determinar el nivel y estrato de cimentación, estos parámetros se determinan a partir de perforaciones, sondeos, entre otras.

2.2 ESTUDIO DE AMENAZA SÍSMICA.

Este estudio es de mucha importancia en el diseño de puentes. Lo que se requiere en un estudio de este tipo es que se muestre el espectro de respuesta y la aceleración pico efectiva para un periodo de retorno que establezca el cartel de licitación o bien según la clasificación por el tipo de estructura establecida en la tabla 3.1 de los Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes (LDSDP). De este estudio se espera finalmente que a partir de los estudios de la zona y la información que se recopile concerniente a este tema se brinde el espectro de respuesta, la aceleración pico efectiva y las recomendaciones pertinentes por falla cercana o demás.

2.3 ESTUDIO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO

Se requiere mostrar a partir del análisis de la información, modelaciones y demás estudios realizados, el perfil de socavación y el comportamiento del cauce (líneas energía). La importancia de este

estudio radica en que se considera como una premisa importante para determinar el nivel de desplante de las placas de fundación junto con la capacidad de soporte, el nivel de desplante es determinado por la condición más crítica de estas dos. Además, este estudio permite determinar la orientación de las pilas, para evitar que haya problemas de socavación por la oposición que generaría la orientación de estas o en dado caso, alguna estrangulación del cauce que cambie su comportamiento.

Por otra parte, el estudio hidrológico permite determinar, a partir del análisis de la información de la cuenca y demás, los caudales o niveles de avenida o agua máxima esperada (N.A.M.E.) en un punto determinado (bajo el puente), así como los aspectos a tomar en cuenta en el diseño de los drenajes en la estructura. En este estudio se deben de mostrar los cálculos de las áreas o secciones que corresponden a la cuenca en estudio.

Además, se debe presentar como parte del estudio, la propuesta o los requerimientos de la sección o área hidráulica que se ajuste al caudal de agua determinado también en este estudio.

2.4 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

En este estudio se debe realizar un levantamiento de la zona de la cuenca para poder determinar las condiciones reales del lugar donde se ubicará la estructura y en su área circundante (derecho de vía colindancias, estructuras cercanas, etc.). La topografía debe levantarse al menos 100 m aguas arriba y aguas abajo del sitio donde se establecerá la estructura. El producto de la información levantada se presenta generalmente en los planos constructivos del puente (Plan general).

3. PLANOS CONSTRUCTIVOS

3.1 GENERALES PARA TODAS LAS LÁMINAS

3.1.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Los lineamientos para la presentación del cajetín serán los que se dispongan por parte del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA).
- b. Indicar número de la lámina.
- c. Indicar contenido y/o título de la lámina, de acuerdo al índice de láminas.
- d. Resaltar con “negrita” el título principal de la lámina que se encuentra dentro del cajetín.
- e. En el espacio para indicar la escala en el cajetín escribir “INDICADA”, en caso que se utilicen diferentes escalas dentro de la lámina.
- f. Indicar en el espacio asignado dentro del cajetín: provincia, cantón y distrito del proyecto.
- g. Indicar nota sobre unidades de las dimensiones. Ejemplo: “Todas las dimensiones están dadas en XX (unid.), excepto donde se indique diferente”.
- h. Indicar las escalas de todos los esquemas, vistas, cortes, etc.
- i. Indicar fecha (mes y año) en el cajetín.
- j. Utilizar la terminología técnica de Costa Rica (para referirse a elementos, procesos o materiales).
- k. Cumplir con las normas de ortografía en las notas, comentarios, títulos, o cualquier indicación textual que se presente dentro de los planos.
- l. Verificar que los planos sean legibles (calidad de líneas del dibujo y calidad de impresión).
- m. Indicar la siguiente leyenda en el cajetín:

“OFICIALMENTE RECIBIDO POR:

DIRECTOR UNIDAD EJECUTORA.

ESTE RECIBIDO OFICIAL NO LIBERA DE RESPONSABILIDAD AL
PROFESIONAL RESPONSABLE Y FIRMANTE DE LOS PLANOS Y
TAMPOCO IMPLICA CORRESPONSABILIDAD POR LA CONFECCIÓN
DE LOS MISMOS POR PARTE DEL CONAVI
SAN JOSÉ (día) DE (espacio para mes) DE (año) ”

3.2 LÁMINA DE PORTADA

En esta lámina se deben visualizar los aspectos más generales del proyecto y de la estructura en sí como el nombre del proyecto, la ubicación, índice de las láminas. Esta lámina permite identificar rápidamente el proyecto y la estructura en cuestión.

3.2.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Indicar en la parte central superior de la lámina la siguiente leyenda:

“REPÚBLICA DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD”

- b. Indicar: “Proyecto: “Nombre del proyecto””.
- c. Indicar: “Sección: “Tramo Lugar (PK)-Lugar (PK)””.
Ejemplo: Sección: San José (PK 5+350)-Guápiles (PK 87+850)
- d. Indicar la longitud total del proyecto y/o punto PK.
- e. Colocar los logos oficiales de MOPT, CONAVI y empresas involucradas en el proyecto.
- f. Indicar la orientación del Norte.
- g. Ubicación geográfica (mapa CR, hojas cartográficas) con referencias del proyecto indicando inicio y fin, indicar la escala de las mismas.
- h. Incluir el índice de láminas.
- i. Responsables de diseño y firmas.

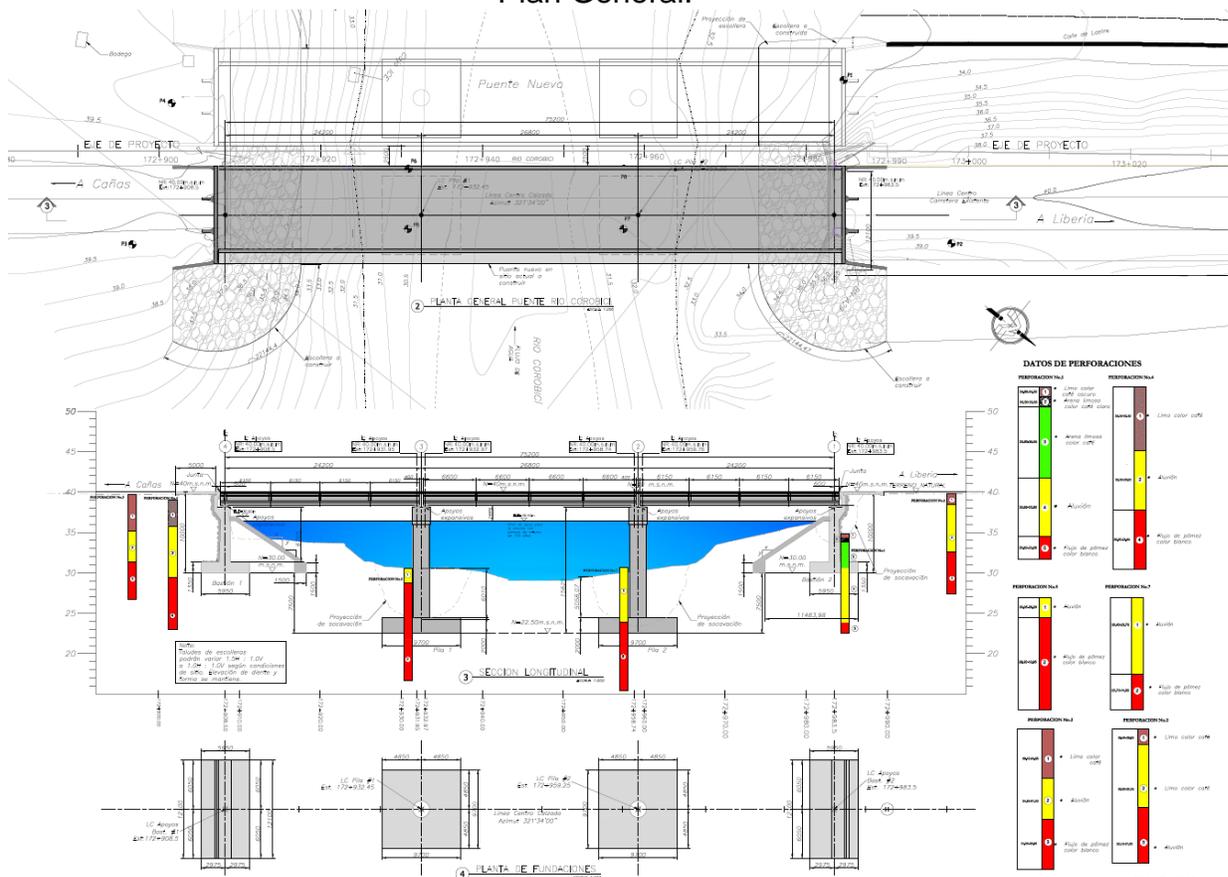
3.3 LÁMINA DE PLAN GENERAL

Esta lámina es de suma importancia pues permite visualizar un panorama general del proyecto. En esta lámina se debe observar de manera gráfica el plan de la estructura para tener un entendimiento de la misma, es vital mostrar la planta con la topografía, la elevación y la planta de fundaciones, así como las cantidades de pago para tener un parámetro adicional de la magnitud de la obra.

3.3.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Mostrar planta, elevación y planta de fundaciones, de arriba hacia abajo. Con la misma escala y alineados con la LC de la estructura, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 03. Presentación de planta, elevación y planta de fundaciones en lámina de Plan General.

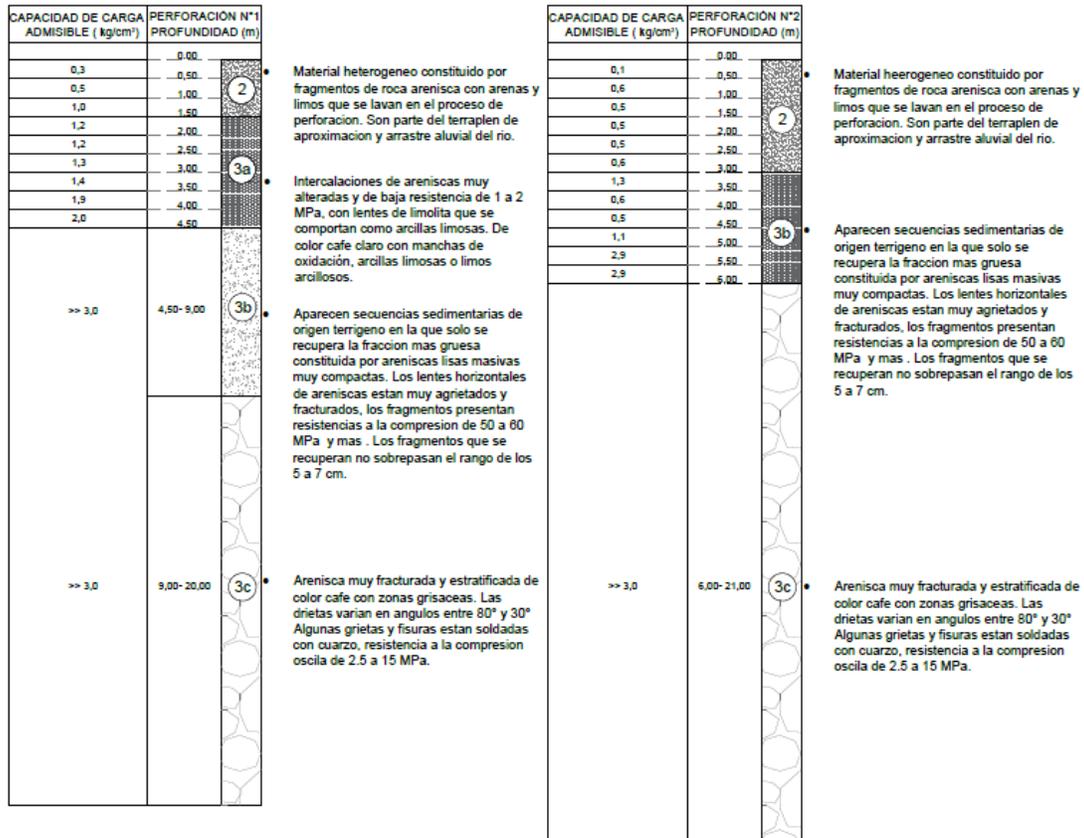


Fuente: Proyectos de UE-PIV 1

- b. Indicar la descripción de la estratigrafía del suelo obtenida de las perforaciones, tal como se presenta en la figura 04.

Figura 04. Estratigrafía de suelo a presentar en las láminas.

DATOS DE PERFORACIONES



Fuente: Proyectos de UE- PIV 1

- c. Indicar cuadro de cantidades de pago por elemento como se muestra en el cuadro 01.

Cuadro 01. Ejemplo de cuadro de cantidades de pago.

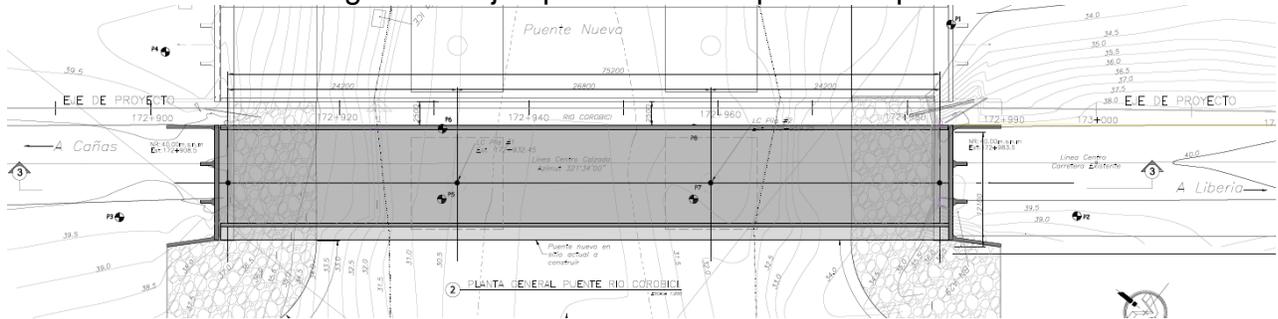
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	BASTION 1	BASTION 2	PILA 1	SUPER	LOSA DE APROX	TOTAL
CR.203.01	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	u	---	---	---	---	---	1
CR.205.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS MAYORES	m3	650	530	495	---	---	1675
CR.505.02 (a)	CONCRETO ESTRUCTURAL CLASE A (225 KG/CM2)	m3	106	95	63	15	---	279
CR.505.02 (b)	CONCRETO ESTRUCTURAL CLASE B (280 KG/CM2)	m3	---	---	---	74	27	101
CR.505.02 (c)	CONCRETO ESTRUCTURAL CLASE C (140 KG/CM2)	m3	---	119	---	---	---	119
CR.554.01 (b)	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	10765	8110	4530	13075	1715	38195
CR.553.02 (c)	MIEMBROS ESTRUCTURALES HORMIGÓN POSTENSADO 28 M AASHTO	u	---	---	---	6	---	6
CR.556.01	BARANDA DE CONCRETO TIRO MEDIA NEW JERSEY	m	10	10	---	59	---	79
CR.617.01	BARANDA PEATONAL DE ACERO PARA PUENTE	m	10	10	---	59	---	79
CR.251.03	ENROCADO COLADO CON CONCRETO, TIPO 4	m3	135	87	---	---	---	222
CR.564.01	ACCESORIOS DE APOYO DE NEOPRENO	u	6	6	6	---	---	18

Fuente: Elaboración propia y CR-2010.

- d. Indicar con una nota que: “Todas las dimensiones están dadas en XX (unidad), excepto donde se indique diferente”.
- e. Indicar los estacionamientos correspondientes al proyecto.
- f. Indicar correctamente las referencias a los detalles.
Ejemplo: Ver en lámina X, Ver en esta lámina, (que no se repitan nombres o cortes para evitar confusiones).
- g. Indicar cuadro detallando la simbología presentada en la lámina.

3.3.2 PLANTA DEL PUENTE:

Figura 05. Ejemplo de vista en planta de puente.



Fuente: Proyectos de UE-PIV 1

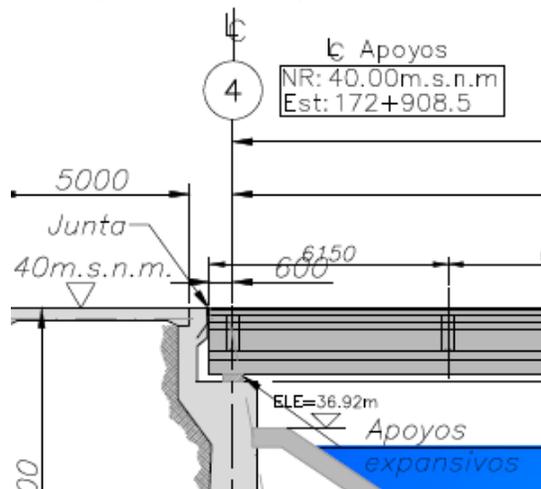
- Indicar título de la vista en planta del puente.
- Indicar la orientación del norte.
- Indicar hacia dónde lleva cada sentido.
Ejemplo: “←Hacia San José, →Hacia Limón”.
- Indicar la escala de la vista.
- Indicar ángulo de desviación o “sesgo” en caso de existir.
- Indicar curvas de nivel a cada 0.50 m en la vista de planta, y resaltar las curvas que son múltiplo de 5 (curvas índices).
- Mostrar la topografía como mínimo 50 m aguas arriba y 50 m aguas abajo en ambos sentidos de la carretera que conecta al puente.
- Indicar dimensiones, ancho de puente y carretera.
- Indicar los sitios donde se realizaron perforaciones.
- Señalar dirección de flujo del río, o direcciones del tránsito en caso de ser viaducto.
- Indicar LC de proyecto o carretera.
- Indicar estacionamientos en la carretera.
- Indicar elementos del puente y acotarlos.
- Indicar pendientes de la calzada.
- Indicar desagües y verificar espaciamientos según luces (atención especial al caso de viaductos).
- Indicar las escolleras, o algún elemento de retención o protección en los bastiones, esto donde aplique.

- q. Indicar los aletones y comparar con la lámina correspondiente.
- r. Incluir límites de propiedad y derechos de vía.
- s. Incluir edificaciones y/o estructuras cercanas al puente.
- t. Indicar la línea de centro de apoyos.
- u. Indicar Bastión 1, Bastión 2 y Pilas.

3.3.3 ELEVACIÓN LONGITUDINAL DEL PUENTE:

- a. Indicar título de la vista en elevación del puente.
- b. Indicar pendientes y elevación de calzada, taludes, escollera, cortes o rellenos.
- c. Indicar LC apoyos con su elevación de rasante terminada y estacionamiento, compararlos con la planta y las láminas de pilas y bastiones.

Figura 07. Ejemplo de apoyo en vista de elevación

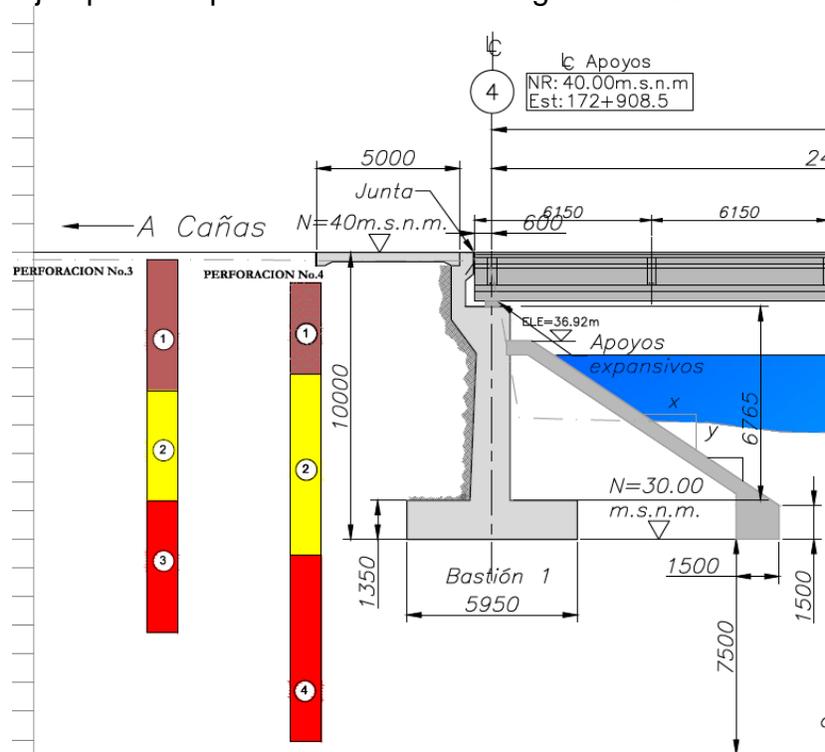


Fuente: Proyectos de UE-PIV 1

- d. Indicar elevación en la parte superior de la viga de cabezal.
- e. Indicar nivel del terreno existente, aguas arriba, aguas abajo y por la línea de centro del puente (aguas arriba y aguas abajo, en caso de ser necesario para representar alguna condición particular en el cauce).
- f. Indicar baranda y sus tramos.
- g. Indicar perfil o nivel final del terreno.
- h. Indicar N.A.M.E. para P.R. 100 años.

- i. Indicar la altura libre entre el N.A.M.E para P.R. requerido y la cota inferior de la estructura.
- j. Indicar el nivel de agua normal en el cauce del río.
- k. Indicar el perfil de socavación para P.R. 500 años.
- l. Mostrar estratigrafía al lado de cada fundación para poder referenciarla a la estratigrafía general que se muestra con la descripción de cada estrato de suelo. Se muestra un ejemplo en la figura 08.

Figura 08. Ejemplo de representación de estratigrafía de suelo en fundaciones.



Fuente: Proyectos de UE-PIV 1

- m. Indicar acotamientos del puente en elevación, (Bastiones, fundaciones, rellenos de sustitución, etc.), compararlos con la planta y las láminas de pilas y bastiones.
- n. Indicar Bastión 1, Bastión 2 y Pilas según corresponda la numeración de acuerdo al sentido de avance del proyecto.
- o. Indicar estacionamientos en apoyos, compararlos con la planta y las láminas de pilas y bastiones.

p. Indicar hacia dónde lleva cada sentido.

Ejemplo: “←Hacia San José, →Hacia Limón”.

q. Indicar pendiente longitudinal en la elevación.

r. Indicar la escala de la vista.

s. Indicar longitud y tipos de viga. Compararlos con la planta y con las láminas de pilas y bastiones según corresponda.

t. Indicar cortes y/o rellenos.

u. Indicar bermas y su elevación.

v. Indicar el tipo de apoyo (fijo o móvil expansivo) donde aplique.

w. Incluir una regleta con elevaciones en ambos lados de la vista.

x. Indicar a qué distancia están los perfiles con respecto al eje de la estructura.

y. Indicar por dónde se tomó la sección longitudinal mostrada.

z. Indicar el ángulo de desviación o “sesgo” en caso que la estructura lo presente. Sexagesimal

aa. Incluir longitud de aletones y verificar con detalles de aletones correspondiente.

3.3.4 PLANTA DE FUNDACIONES:

- a. Indicar título de la vista de planta de fundación del puente.
- b. Indicar escala de la planta.
- c. Mostrar alineamiento del puente, dibujar línea de centro (LC) de la carretera.
- d. Indicar bastión 1 y 2, así como las pilas y su estacionamiento.
- e. Indicar acotamientos de las fundaciones.
- f. Indicar ángulo de sesgo, en caso de que se presente en la estructura.
- g. Mostrar las zonas donde se realizaron las perforaciones.
- h. Ubicación correcta de la fundación de acuerdo con el estacionamiento y el sesgo. (Tener cuidado con el sentido de avance de los estacionamientos).
- i. Ubicar los pilotes en caso de existir.
- j. Indicar la pendiente y/o inclinación de los pilotes, donde aplique.
- k. Indicar la elevación de las fundaciones de acuerdo con los datos del laboratorio (nivel de cimentación).

3.4 LÁMINA DE NOTAS GENERALES

En esta lámina se deben presentar todas las especificaciones de diseño, así como las premisas de diseño utilizadas; también, debe mostrar notas de las especificaciones de los materiales y procesos constructivos, de manera que sirva como una guía para poder realizar una mejor interpretación y poder facilitar el proceso constructivo con instrucciones claras acerca de la estructura.

3.4.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Incluir referencia completa del estudio de suelos y geotecnia.
- b. Especificaciones de diseño:
 - Especificaciones LRFD para Puentes de Carreteras A.A.S.H.T.O. 2014, 7ª Edición.
 - Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes, Edición 2013. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos CFIA.
 - Circulares de Ingeniería Hidráulica de la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos.
 - Especificaciones para el acero estructural y/o de refuerzo.
- c. Especificaciones, carga viva:
 - Carga viva HL-93.
- d. Especificaciones de construcción:
 - Especificaciones para la Construcción de Caminos y Puentes C.R. 2010.
 - Manual de Normas para la Colocación de Dispositivos de Seguridad para la Protección en Obras Viales, de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito 1995, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
 - Reglamento de Dispositivos de Seguridad para la Protección de Obras, según Decreto 26041-CONAVI, Gaceta n.º 103 del 30/05/1997.

- Especificaciones especiales del proyecto que se detallan en esta lámina.
- e. Concreto: En este apartado se deben especificar todas las características de este material. Indicar el tipo de cemento y su especificación, el contenido de cemento en la mezcla. La relación agua cemento A/C , los parámetros permitidos de aire incluido en la mezcla, así como la densidad, la resistencia a la compresión medida en cilindros estándar (se debe indicar para los elementos, en caso que no sea el mismo tipo para toda la estructura). Indicar algún otro detalle adicional de acabado u otro que se requiera para este material en el proyecto.
- f. Aditivos: Indicar si se hará uso de algún tipo de aditivo en el concreto o algún otro material, indicar el tipo de aditivo y especificación que debe cumplir.
- g. Apoyos: Indicar los tipos de apoyos que se emplearán en el proyecto, indicar las características, así como la especificación técnica que debe cumplir.
- h. Acero de refuerzo: Indicar las características del acero de refuerzo que se utilizará, grado, tipo, normas con las que debe cumplir, además hacer alguna aclaración que se considere necesaria de este material.
- i. Juntas de construcción: En este apartado indicar las condiciones en las que se harán las juntas de construcción.
- j. Acero estructural: Indicar el tipo de acero que se utilizará para la función estructural.
- k. Soldadura: Indicar el tipo de soldadura a utilizar donde se requiera, así como la especificación a seguir. Cumplir con la normativa de la AWS D1.5 Bridge Welding Code, en la edición que corresponda según se haya indicado en cartel, o bien la edición vigente al momento.

- l. Apoyos de neopreno: Indicar la especificación del tipo de apoyo a utilizar, así como la norma que lo “rige”.
- m. Acero de postensión: Indicar el tipo de acero que se utilizará para postensión. (Grado, tipo, normativa que lo regula).
- n. Resistencia del concreto a postensar: Indicar la resistencia que tendrá el concreto al momento de realizar la postensión.
- o. Excavación: En este apartado brindar recomendaciones o señalar alguna consideración constructiva que se deba tener en cuenta, así como otros aspectos que se consideren de importancia.
- p. Resistencia del suelo: Indicar las capacidades que tiene el suelo para soportar carga, hacer referencia al estudio de suelos, o bien a la fuente de ese valor, además de alguna condición específica que presente el suelo. Indicar también, que se deben verificar las condiciones de estratigrafía y capacidad del suelo en el momento de realizar la construcción y en caso de que se encuentre alguna condición distinta, consultar al diseñador de ser necesario.
- q. Pintura: Indicar los parámetros o normas con que debe cumplir la pintura, así como alguna consideración especial que se deba tener.
- r. Pilotes: Indicar el tipo de pilotes que se emplearán (diámetro, tipo de pilotes, indicar profundidades), indicar la capacidad de soporte que tendrán los pilotes, así como la capacidad del suelo.
- s. Remoción de estructuras (demolición): Indicar brevemente los trabajos con respecto a este punto que se deban realizar.
- t. Juntas de expansión: Indicar el tipo de junta que se utilizará, así como algún aspecto importante a considerar.
- u. Sistema de protección a corrosión: Indicar los sistemas para proteger la corrosión en elementos de acero, así como las especificaciones técnicas que deben cumplir estos sistemas de protección.
- v. Acabados, señalización y colocación de carpeta asfáltica: Indicar los aspectos referentes a estos puntos, como espesores de capa,

colocación, señalización el tipo y demás, así como detalles de acabado en la superficie de rueda.

- w. Rellenos: Se debe indicar el tipo de material que se utilizará, capas, nivel de compactación, entre otros que se consideren necesarios indicar para el método constructivo.
- x. Barandas: Indicar las barandas peatonales y vehiculares, así como su nivel de contención que tengan las mismas.
- y. Tabla con longitudes de desarrollo (varilla recta y varilla con gancho estándar) y longitudes de empalme: Mostrar tablas con las longitudes de anclaje mínimo, radios de doblado, traslapes o empalmes mínimos permitidos por número de varilla.
- z. Indicar con una nota que: "Todas las dimensiones están dadas en XX (unidad), excepto donde se indique diferente".

3.5 LÁMINA DE BASTIONES Y PILAS

Esta es una lámina más detallada (una para cada bastión y pilas), pues presenta todos los detalles referentes a estos elementos de la subestructura (geometría, refuerzo). Se debe mostrar las vistas en planta, elevación y las fundaciones del bastión o pila, además se deben presentar detalles del acero, así como detalles de otras estructuras como aletones, juntas, cabezal, pedestal, entre otros.

3.5.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Mostrar vista de planta, vista de elevación y vista de fundaciones, de arriba hacia abajo respectivamente, con la misma escala y alineadas entre sí (ver ejemplo gráfico en anexos).
- b. En otra lámina de ser necesario, presentar secciones y/o detalles de los aletones, cabezal (viga cabezal, pared de cabezal, ménsula, junta), columna, fundación.
- c. Incluir el cuadro de despiece de acero de refuerzo, como se muestra en el cuadro 02.

Cuadro 02. Formato de cuadro para despiece de acero.

Marca	No.	Cantidad	Longitud	Detalle	Ubicación
C 1	#7	18	600	Rectas	Columna-vertical
C 2	#4	20	620	A	Columna-aros
:	:	:	:	:	:

Fuente: Proyectos de UE-PIV 1

- d. Incluir los diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.
- e. Verificar que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.
- f. Indicar con una nota que: "Todas las dimensiones están dadas en XX (unidad), excepto donde se indique diferente".

3.5.2 PLANTA DE BASTIÓN:

- a. Indicar el título de la vista en planta del bastión o pila.
- b. Mostrar las cotas de la planta.
- c. Indicar la escala de la vista.
- d. Indicar la línea de centro del proyecto.
- e. Indicar el estacionamiento del eje de bastión.
- f. Indicar ángulo de desviación o “sesgo” en caso que se presente en la estructura.
- g. Indicar el acero de refuerzo de los elementos presentados.
- h. Señalar los cortes que se realizan.
- i. Indicar las líneas de centro de las vigas.
- j. Identificar con etiquetas los elementos de la estructura presentados.
- k. Indicar pendiente de los aletones.

3.5.3 ELEVACIÓN DE BASTIÓN O PILA

- a. Indicar el título de la vista de elevación del bastión o pila.
- b. Mostrar las cotas de los elementos que se presenten.
- c. Indicar la escala de la vista.
- d. Indicar el acero de refuerzo de los elementos presentados.
- e. Indicar los cortes que se realizan.
- f. Indicar las juntas de construcción, e indicar donde se encuentra el detalle de la misma.
- g. Indicar la pendiente transversal de la calzada.
- h. Indicar las elevaciones de la calzada para los extremos y en el centro.
- i. Indicar la elevación del borde superior de la viga cabezal.
- j. Indicar aceras, barandas peatonales y vehiculares tipo “New Jersey”.
- k. Indicar pendiente de las columnas en caso que tengan alguna.
- l. Indicar pendiente de los aletones.
- m. Mostrar y/o indicar dónde se encuentra el detalle del angular de protección.

- n. Mostrar remate de superestructura en bastión.

3.5.4 FUNDACIONES DE BASTIÓN O PILA

- a. Indicar título de la vista de planta de fundaciones del bastión o pila.
- b. Indicar el centro del apoyo y el estacionamiento.
- c. Acotar las cimentaciones.
- d. Indicar la escala.
- e. Indicar línea de centro del proyecto.
- f. Indicar ángulo de sesgo.
- g. Indicar zona donde se realizaron perforaciones.
- h. Ubicar pilotes en las placas.
- i. Indicar pendiente de los pilotes inclinados, en caso que tengan alguna inclinación.
- j. Indicar secciones de pilotes.
- k. Indicar acero de refuerzo de los elementos de la cimentación.

3.5.5 DETALLES VARIOS

- a. Indicar recubrimientos en todos los detalles que se presenten.
- b. Mostrar de manera clara los detallados del acero de refuerzo y su referencia al cuadro de acero.
- c. Indicar y/o mostrar si se disponen dispositivos para prever impactos en los topes o llaves sísmicas.

3.6 LÁMINA DE SUPERESTRUCTURA.

Esta lámina brinda los detalles referentes a la superestructura del puente (vehicular, intercambio, etc.), en la misma se deben mostrar detalles de la estructura para conocer la geometría y el refuerzo que presente, así como detalles específicos necesarios para la comprensión y el proceso constructivo.

3.6.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Indicar títulos de las vistas y detalles que se muestren.
- b. Mostrar una vista de la sección transversal típica de la superestructura, mostrando carriles, espaldones, aceras, drenajes, barandas y demás elementos que compongan la sección.
- c. Indicar en la sección transversal el nivel de contención de las barandas vehiculares (TL-1, TL-2, TL-3, TL-4, TL-5, TL-6).
- d. Presentar una vista de la planta, mostrando cotas de aceras, cotas de espaldones, cotas de carriles, drenajes, acero de refuerzo de la losa, media sección de acero de refuerzo de diafragmas en apoyos y media sección de acero de refuerzo en diafragmas intermedios.
- e. Indicar líneas de centro de vigas.
- f. Indicar la pendiente transversal y longitudinal de la calzada.
- g. Indicar la línea de centro de la calzada y/o línea de centro de proyecto.
- h. Indicar cortalágrimas y referenciarlo al detalle respectivo.
- i. Indicar escalas de las vistas y los detalles.
- j. Mostrar planta de acero de refuerzo de la superestructura, mostrando: mallas de acero de refuerzo superior e inferior, línea de centro de apoyos, espaciamiento de vigas por línea de centro, espaciamientos de diafragmas, espaciamiento de empalmes, etc.
- k. Incluir en un cuadro, el despiece y las cantidades de acero, como se muestra en el cuadro 02.

Cuadro 02. Formato de cuadro para despiece de acero.

Marca	No.	Cantidad	Longitud	Detalle	Ubicación
C 1	#7	18	600	Rectas	Columna-vertical
C 2	#4	20	620	A	Columna-aros
:	:	:	:	:	:

Fuente: Proyectos de UE-PIV 1

- l. Indicar los diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.
- m. Verificar que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud unitaria que se muestra para ese elemento.
- n. Indicar características del postensado: Fuerza de tensión inicial en cada torón y fuerza de tensión final después de las pérdidas, resistencia del concreto, los límites de tolerancia en la deformación final de estos elementos.
- o. Indicar con una nota que: "Todas las dimensiones están dadas en XX (unidad), excepto donde se indique diferente".

3.7 LÁMINA DE DETALLES DE VIGAS

Esta lámina brinda información importante de los detalles correspondientes a las vigas (geometría, refuerzo, uniones). Se deben mostrar las secciones de las vigas con su refuerzo, las vistas de las vigas en los apoyos, vistas longitudinales de la viga; con sus respectivos detallados de acero, así como detalles especiales y necesarios para la comprensión y el proceso constructivo.

3.7.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Indicar título de cada vista o detalle.
- b. Indicar escala.
- c. Incluir cuadro de acero de refuerzo como se muestra a continuación.

Cuadro 02. Formato de cuadro para despiece de acero.

Marca	No.	Cantidad	Longitud	Detalle	Ubicación
C 1	#7	18	600	Rectas	Columna-vertical
C 2	#4	20	620	A	Columna-aros
:	:	:	:	:	:

Fuente: Proyectos de UE-PIV 1

- d. Indicar los diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.
- e. Verificar que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud unitaria que se muestra para ese elemento.
- f. Indicar acotamientos necesarios para que los detalles sean claros y comprensibles.
- g. Indicar algunas notas de diseño que sean relevantes para las vigas.
- h. Mostrar una vista en elevación longitudinal de una viga típica, en donde se aprecie el refuerzo.
- i. Para vigas de concreto reforzado mostrar: espaciamiento de conectores de cortante, distribución del acero por cortante, distribución del acero pasivo por flexión, distribución del acero de postensión.

- j. Para vigas de acero mostrar: espaciamiento de conectores de cortante, distribución de atiesadores, ubicación de empalmes, ubicación de diafragmas.
- k. Mostrar sección transversal típica de viga en donde se observe el acero de refuerzo.
- l. Mostrar sección de final de viga.
- m. Mostrar planta de final de viga en bastión y en pila para puentes sesgados a diferentes ángulos y para puentes rectos.
- n. Mostrar sección de superestructura con vigas para los distintos tipos de viga que haya.
- o. Incluir detalle del apoyo de neopreno.
- p. Indicar la siguiente nota: "Todas las dimensiones están dadas en xx (unidad), excepto donde se indique diferente".
- q. Incluir diagrama de camber de todas las vigas y las deformadas de cada una de las vigas en cada etapa constructiva, para las que lo tengan.
- r. Indicar fuerza final de postensión después de ocurridas todas las pérdidas.
- s. Indicar características del pretensado: Fuerza de pretensión inicial en cada torón y fuerza de pretensión final después de las pérdidas, resistencia del concreto, los límites de tolerancia en la deformación final de estos elementos.

3.8 LÁMINA DE DETALLES VARIOS

Esta lámina brinda información de detalles varios de la estructura que son de suma importancia, brinda detalles de las barandas vehiculares (geometrías y refuerzos), barandas peatonales, además detalles importantes de aceras, angulares de protección, en algunos casos neoprenos, juntas (expansión, construcción), entre otros que se consideren necesarios para la comprensión y el proceso constructivo.

3.8.1 ASPECTOS GENERALES

- a. Mostrar títulos de los detalles y vistas.
- b. Mostrar escala de cada detalle y vista.
- c. Incluir tabla con acero de refuerzo (despieces).
- d. Mostrar notas con detalles considerados en el diseño o bien notas constructivas.
- e. Incluir detalle de la losa de aproximación.
- f. Incluir detalle de drenajes.
- g. Incluir detalle de la baranda peatonal.
- h. Incluir detalles de la baranda vehicular: tipo “New Jersey”, “Flex Beam” u otra, anclajes, armaduras y demás.
- i. Indicar el nivel de contención de las barandas vehiculares.
- j. Incluir detalles de remate de acera.
- k. Incluir detalles de apoyos.
- l. Incluir detalles de juntas de expansión.
- m. Incluir diagramas de manipulación o de montaje (algún proceso constructivo).
- n. Incluir la elevación de baranda.
- o. Incluir la tabla de acero de refuerzo losa de aproximación.
- p. Incluir la tabla de acero de refuerzo baranda vehicular tipo “New Jersey”.
- q. Incluir detalles de las escolleras o algún elemento de retención o protección donde aplique.

- r. Incluir el detalle de cortalágrimas.
- s. Incluir detalles de las barandas tipo MZ y la norma a cumplir.
- t. Indicar especificaciones técnicas de las juntas de expansión y norma a cumplir.
- u. Incluir los diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.
- v. Verificar que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.

4. INSTRUCTIVO DE USO PARA LISTAS DE VERIFICACIÓN

Encabezado general

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS	Espacio para logo de UE
Proyecto:		Fecha:
Nombre de estructura:		# Revisión:
Lámina:		Revisa:
Contratista:		Dependencia:

Instrucciones para llenado:

- Proyecto: En este espacio se debe indicar el nombre oficial del proyecto o nombre de la licitación, puede ser abreviado por el espacio, pero que sea representativo y permita ubicar la estructura dentro del proyecto específico.
- Nombre de la estructura: En este espacio se debe de colocar el nombre propio de la estructura, nombre del puente, intercambio, etc. Ejemplo: Puente Río General, Intercambio Cañas, Puente Rafael Iglesias, etc.
- Lámina: En este campo se debe indicar la numeración de la lámina para poder identificar fácilmente a cuál lámina corresponde la revisión. Se puede indicar además una parte del título que se presente de la lámina en el cajetín.
- Contratista: En este espacio se debe indicar el nombre de la empresa, consorcio o consultora que esté realizando o presentando los diseños.
- Fecha: Espacio para indicar la fecha de la revisión en el siguiente formato DD/MM/AAAA.
- # Revisión: En este campo se debe indicar el número de la revisión que se está realizando, si es la primera (1), segunda (2), etc. Indicarla en números.
- Revisa: Indicar en este campo el nombre de la persona que está realizando la revisión.
- Dependencia: En este campo indicar la empresa, departamento o institución a la cual pertenece quien realiza la revisión.
- Espacio para logo de la UE: En este espacio se debe colocar el logo oficial de la dependencia a la que pertenece quien realiza la revisión.

- Aspectos: En este espacio se indican los aspectos a revisar en las láminas quedando algunos espacios en blanco al final para que se puedan agregar otros aspectos que se consideren necesarios y no estén contemplados desde la lista general.
- Observaciones: Este espacio se destina para que el profesional que esté realizando la revisión pueda realizar algún comentario u observación relevante con respecto a lo que se muestra en las láminas.

5. ABREVIATURAS

AASHTO: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estables y Transportes (American Association of State Highway and Transportation Officials).

ACI: Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute).

AISC: Instituto Americano de la Construcción en Acero (American Institute of Steel Construction).

ASTM: Sociedad Americana de la construcción y el acero (American Society of Steel Construction).

AWS: Sociedad Americana de la Soldadura (American Welding Society).

A/C: Relación Agua- Cemento.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CBR: Índice de Soporte de California (California Bearing Ratio).

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos.

CONAVI: Consejo Nacional de Vialidad.

CR-2010: Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010.

EST.: Estación.

HL-93: Carga de Carretera año 1993 (Highway Load 1993).

LC: Línea de centro.

LDSDP: Lineamientos de Diseño Sismoresistente de Puentes.

LRFD: Diseño por Factores de Carga y Resistencia (Load and Resistance Factor Design).

MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

NAME: Nivel de Agua Máxima Esperado.

PIV-1: Primer Programa de Infraestructura Vial.

PK: Punto o kilómetro, expresado de la siguiente manera (PK 000+000).

P.R.: Periodo de retorno.

SPT: Ensayo de penetración estándar (Standard Penetración Test).

UE: Unidad Ejecutora.

UE-PIV 1: Unidad Ejecutora del Primer Programa de Infraestructura Vial.

Und.: Unidades (metros, milímetros, centímetros).

CAPÍTULO III. APÉNDICES

APENDICE 01. LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE DISEÑOS EN PLANOS DE PUENTES

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:		Fecha:	
Nombre de estructura:		# Revisión:	
Lámina:		Revisa:	
Contratista:		Dependencia:	

SÍ	NO	N/A	Aspectos Generales	Observaciones
			a. Números de lámina.	
			b. Contenido y/o título de la lámina, de acuerdo al Índice.	
			c. Título principal de láminas dentro de cajetín en negrita.	
			d. Lineamientos para el cajetín establecidos por el CFIA.	
			e. Se escribe "INDICADA" en el espacio para indicar la escala de la lámina.	
			f. Se indican en el espacio asignado dentro del cajetín: provincia, cantón y distrito del proyecto.	
			g. Nota sobre unidades de las dimensiones.	
			h. Escalas de todos los esquemas, vistas, cortes, etc.	
			i. Fecha (mes y año) en el cajetín.	
			j. Términos ajenos al lenguaje técnico de Costa Rica.	
			k. Ortografía en las notas, comentarios, títulos, o cualquier indicación textual dentro de los planos.	
			l. Planos legibles (calidad de líneas del dibujo y calidad de impresión).	
			m. Leyenda de recibido en el cajetín.	

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS	<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:		Fecha:
Nombre de estructura:		# Revisión:
Lámina:		Revisa:
Contratista:		Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Plan General	Observaciones
Aspectos Generales				
			a. Planta, Elevación y Planta de fundaciones, de arriba hacia abajo. Con la misma escala y alineados con la LC de la estructura.	
			b. Descripción de estratigrafía del suelo obtenida de las perforaciones.	
			c. Cuadro de cantidades de pago por elemento.	
			d. Nota de las unidades de las medidas.	
			e. Se indican los estacionamientos correspondientes al proyecto.	
			f. Referencias a los detalles que se incluyan.	
			g. Se incluye simbología	
Planta del Puente				
			a. Título de la vista en planta del puente.	
			b. Orientación del norte.	
			c. Se indica hacia dónde lleva cada carril.	
			d. Escala de la vista.	
			e. Ángulo de desviación o "sesgo".	
			f. Curvas de nivel a cada 0.50 m en la vista de planta, y se resaltan las curvas que son múltiplo de 5.	
			g. Topografía como mínimo 50 m aguas arriba y 50 m aguas abajo en ambos sentidos de la carretera que conecta al puente.	
			h. Dimensiones, ancho de puente y carretera.	
			i. Indicación de sitios donde se realizaron perforaciones.	
			j. Dirección de flujo del río, o direcciones del tránsito en caso de ser viaducto.	
			k. LC de proyecto o carretera.	
			l. Estacionamientos de la carretera.	
			m. Elementos del puente debidamente acotados.	
			n. Pendientes de la calzada.	
			o. Desagües y verificar espaciamientos según Luces.	
			p. Escolleras, o algún elemento de retención o protección en los bastiones.	
			q. Aletones (comparar con la lámina correspondiente).	
			r. Límites de propiedad y derechos de vía.	
			s. Edificaciones y/o estructuras cercanas al puente.	
			t. Línea de centro de apoyos.	
			u. Indicar Bastión 1, Bastión 2 y Pilas.	

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
	Proyecto:		Fecha:
	Nombre de estructura:		# Revisión:
	Lámina:		Revisa:
	Contratista:		Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Notas Generales	Observaciones
Planta de Fundaciones				
			a. Título de la vista de planta de fundaciones.	
			b. Escala de la planta.	
			c. Alineamiento del puente, con LC de la carretera.	
			d. Bastión 1 y 2, así como las pilas y su estacionamiento.	
			e. Acotamientos de las fundaciones.	
			f. Ángulo de sesgo.	
			g. Indicación de sitios donde se realizaron las perforaciones.	
			h. Ubicación correcta de la fundación de acuerdo con el estacionamiento y el sesgo.	
			i. Ubicación de los pilotes.	
			j. Pendiente y/o inclinación de los pilotes.	
			k. Elevación de las fundaciones (nivel de cimentación).	

		LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:		Fecha:		
Nombre de estructura:		# Revisión:		
Lámina:		Revisa:		
Contratista:		Dependencia:		

SÍ	NO	N/A	Lámina Notas Generales	Observaciones
			a. Referencia completa del estudio de suelos y geotecnia.	
			b. Especificaciones de diseño:	
			Especificaciones LRFD para Puentes de Carreteras A.A.S.H.T.O. 2014, 7ª Edición.	
			Lineamientos para el Diseño Sísmoresistente de Puentes, Edición 2013. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos CFIA.	
			Circulares de Ingeniería Hidráulica de la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos	
			Especificaciones para Acero Estructural y/o de refuerzo.	
			c. Especificaciones, Carga Viva	
			Carga Viva HL-93.	
			d. Especificaciones de Construcción:	
			Especificaciones para la Construcción de Caminos y Puentes C.R. 2010.	
			Manual de Normas para la Colocación de Dispositivos de Seguridad para la Protección en Obras Viales, de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito 1995, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.	
			Reglamento de Dispositivos de Seguridad para la Protección de Obras, según Decreto 26041-CONAVI, Gaceta Nº103 del 30/05/1997.	
			Especificaciones especiales del proyecto.	
			e. Concreto.	
			f. Aditivos.	
			g. Apoyos.	
			h. Acero de refuerzo.	
			i. Juntas de construcción.	
			j. Acero estructural.	
			k. Soldadura.	
			l. Apoyos de Neopreno.	
			m. Acero de pos tensión.	
			n. Resistencia del concreto a pos tensar.	
			o. Excavación	
			p. Resistencia del suelo.	
			q. Pintura.	
			r. Pilotes.	
			s. Remoción de estructuras (demolición)	
			t. Juntas de expansión.	
			u. Sistema de protección contra la corrosión.	
			v. Acabados Señalización y colocación de carpeta asfáltica.	
			w. Rellenos	
			x. Barandas.	
			y. Se incluye tabla con longitudes de desarrollo (anclaje) y de empalmes.	
			z. Indicar nota de las unidades en las dimensiones.	

		LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:				Fecha:
Nombre de estructura:				# Revisión:
Lámina:				Revisa:
Contratista:				Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Bastión 1	Observaciones
Aspectos Generales				
			a. Planta, Elevación y Planta de fundaciones, de arriba hacia abajo. Con la misma escala y alineados con la LC de la estructura.	
			b. Secciones y/o detalles de los aletones, Cabezal (viga cabezal, pared de cabezal, ménsula, junta), columna, fundación.	
			c. Cuadro de despiece de acero de refuerzo.	
			d. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	
			e. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	
			f. Nota de unidades de las dimensiones.	
Planta de Bastión				
			a. Título de la vista en planta del Bastión.	
			b. Cotas de la planta.	
			c. Escala de la vista.	
			d. LC del proyecto.	
			e. Estacionamiento del eje de bastión.	
			f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
			g. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	
			h. Cortes que se realizan.	
			i. Líneas de centro de las vigas.	
			j. Se identifican con etiquetas los elementos de la estructura presentados.	
			k. Pendiente de los aletones.	

		LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:				Fecha:
Nombre de estructura:				# Revisión:
Lámina:				Revisa:
Contratista:				Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Bastión 1	Observaciones
Elevación del bastión				
			a. Título de la vista de elevación del Bastión.	
			b. Cotas de los elementos que se presentan.	
			c. Escala de la vista.	
			d. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	
			e. Se señalan los cortes que se realizan.	
			f. Juntas de construcción y dónde se encuentra el detalle de la misma.	
			g. Pendiente transversal de la calzada.	
			h. Elevaciones de la calzada para los extremos y en el centro.	
			i. Elevación del borde superior de la viga cabezal.	
			j. Aceras, barandas peatonales y vehiculares tipo "New Jersey".	
			k. Pendiente de las columnas.	
			l. Pendiente de los aletones.	
			m. Se indica donde se encuentra el detalle del angular de protección.	
			n. Remate de superestructura en bastión.	
Fundaciones del Bastión				
			a. Título de la vista de planta de fundaciones del Bastión.	
			b. Centro del apoyo y el estacionamiento.	
			c. Se acotan las cimentaciones.	
			d. Escala de la vista.	
			e. LC del proyecto.	
			f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
			g. Indicación de sitios donde se realizaron perforaciones.	
			h. Ubicación de los pilotes en las placas.	
			i. Pendiente de los pilotes inclinados.	
			j. Secciones de pilotes.	
			k. Acero de refuerzo de los elementos de la fundación.	
Detalles Varios				
			a. Recubrimientos en todos los detalles que se presenten.	
			b. Se muestran de manera clara los detallados del acero de refuerzo y su referencia al cuadro de acero.	
			c. Dispositivos para preveer impactos en las llaves sísmicas.	

		LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:				Fecha:
Nombre de estructura:				# Revisión:
Lámina:				Revisa:
Contratista:				Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Pila XX	Observaciones
Aspectos Generales				
			a. Planta, Elevación y Planta de fundaciones, de arriba hacia abajo. Con la misma escala y alineados con la LC de la estructura.	
			b. Secciones y/o detalles de las columnas, cabezal (viga cabezal, pared de cabezal, ménsula, junta), fundación.	
			c. Cuadro de despiece de acero de refuerzo.	
			d. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	
			e. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	
			f. Nota de unidades de las dimensiones.	
Planta de Pila				
			a. Título de la vista en planta del Bastión.	
			b. Cotas de la planta.	
			c. Escala de la vista.	
			d. LC del proyecto.	
			e. Estacionamiento del eje de bastión.	
			f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
			g. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	
			h. Cortes que se realizan.	
			i. Líneas de centro de las vigas.	
			j. Se identifican con etiquetas los elementos de la estructura presentados.	

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
	Proyecto:		Fecha:
	Nombre de estructura:		# Revisión:
	Lámina:		Revisa:
	Contratista:		Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Pila XX	Observaciones
Elevación de Pila				
			a. Título de la vista de elevación del Bastión.	
			b. Cotas de los elementos que se presentan.	
			c. Escala de la vista.	
			d. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	
			e. Se señalan los cortes que se realizan.	
			f. Juntas de construcción y dónde se encuentra el detalle de la misma.	
			g. Pendiente transversal de la calzada.	
			h. Elevaciones de la calzada para los extremos y en el centro.	
			i. Elevación del borde superior de la viga cabeza.	
			j. Aceras, barandas peatonales y vehiculares tipo "New Jersey".	
			k. Pendiente de las columnas.	
			l. Se indica donde se encuentra el detalle del angular de protección.	
			m. Remate de superestructura en bastión.	
Fundaciones de Pila				
			a. Título de la vista de planta de fundaciones del Bastión.	
			b. Centro del apoyo y el estacionamiento.	
			c. Se acotan las cimentaciones.	
			d. Escala de la vista.	
			e. LC del proyecto.	
			f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
			g. Indicación de sitios donde se realizaron perforaciones.	
			h. Ubicación de los pilotes en las placas.	
			i. Pendiente de los pilotes inclinados.	
			j. Secciones de pilotes.	
			k. Acero de refuerzo de los elementos de la fundación.	
Detalles Varios				
			a. Recubrimientos en todos los detalles que se presenten.	
			b. Se muestran de manera clara los detallados del acero de refuerzo y su referencia al cuadro de acero.	
			c. Dispositivos para preveer impactos en las llaves sísmicas.	

		LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:				Fecha:
Nombre de estructura:				# Revisión:
Lámina:				Revisa:
Contratista:				Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Superestructura	Observaciones
			a. Títulos de las vistas y detalles que se muestran.	
			b. Vista de la sección transversal típica de la superestructura, mostrando carriles, espaldones, aceras, drenajes, barandas y demás elementos que compongan la sección.	
			c. Nivel de contención de las barandas vehiculares.	
			d. Vista de la planta, mostrando cotas de aceras, cotas de espaldones, cotas de carriles, drenajes, acero de refuerzo de la losa, media sección de acero de refuerzo de diafragmas en apoyos y media sección de acero de refuerzo en diafragmas intermedios.	
			e. Líneas de centro de vigas.	
			f. Pendiente transversal y longitudinal de la calzada.	
			g. Línea de centro de la calzada y/o línea de centro de proyecto.	
			h. Cortalágrimas con referencia al detalle respectivo.	
			i. Escalas de las vistas y los detalles.	
			j. Planta de acero de refuerzo de la superestructura, mostrando: mallas de acero de refuerzo superior e inferior, línea de centro de apoyos, espaciamiento de vigas por línea de centro, espaciamientos de diafragmas, espaciamiento de empalmes, etc.	
			k. Cuadro de despiece y las cantidades de acero.	
			l. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	
			m. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	
			n. Características del postensado: Fuerza de tensión inicial en cada torón y fuerza de tensión final después de las pérdidas, resistencia del concreto, los límites de tolerancia en la deformación final de estos elementos.	
			o. Nota de las unidades para las dimensiones.	

		LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:				Fecha:
Nombre de estructura:				# Revisión:
Lámina:				Revisa:
Contratista:				Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Vigas	Observaciones
			a. Título de cada vista o detalle.	
			b. Escalas de las vistas y/o detalles.	
			c. Cuadro de acero de refuerzo.	
			d. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	
			e. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	
			f. Acotamientos necesarios para que los detalles sean claros y comprensibles.	
			g. Notas de diseño que sean relevantes para las vigas.	
			h. Vista en elevación longitudinal de una viga típica, en dónde se aprecie el refuerzo.	
			i. Para vigas de concreto reforzado: espaciamiento de conectores de cortante, distribución del acero por cortante, distribución del acero pasivo por flexión, distribución del acero de postensión.	
			j. Para vigas de acero: espaciamiento de conectores de cortante, distribución de atesadores, ubicación de empalmes, ubicación de diafragmas.	
			k. Sección transversal típica de viga en dónde se observe el acero de refuerzo.	
			l. Sección de final de viga.	
			m. Planta de final de viga en bastión y en pila para puentes sesgados a diferentes ángulos y para puentes rectos.	
			n. Sección de superestructura con vigas para los distintos tipos de viga que se presenten.	
			o. Detalle del apoyo de neopreno.	
			p. Nota de las unidades en las dimensiones.	
			q. Diagrama de "camber" de todas las vigas y las deformadas de cada una de las vigas en cada etapa constructiva.	
			r. Fuerza final de postensión después de ocurridas todas las pérdidas.	
			s. Características del postensado: Fuerza de tensión inicial en cada torón y fuerza de tensión final después de las pérdidas, resistencia del concreto, los límites de tolerancia en la deformación final de estos elementos.	

		LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		<i>Espacio para logo de UE</i>
Proyecto:				Fecha:
Nombre de estructura:				# Revisión:
Lámina:				Revisa:
Contratista:				Dependencia:

SÍ	NO	N/A	Lámina Detalles Varios	Observaciones
			a. Títulos de los detalles y vistas.	
			b. Escala de cada detalle y vista.	
			c. Tabla con acero de refuerzo (Despieces).	
			d. Notas con detalles considerados en el diseño y/o notas constructivas.	
			e. Detalle de la losa de aproximación.	
			f. Detalle de drenajes.	
			g. Detalle de la baranda peatonal.	
			h. Detalles de la baranda vehicular: tipo "New Jersey", "Flex Beam" u otra, anclajes, armaduras y demás.	
			i. Nivel de contención de las barandas vehiculares.	
			j. Detalles de remate de acera.	
			k. Detalles de los apoyos.	
			l. Detalles de las juntas de expansión.	
			m. Diagramas de manipulación o de montaje (algún proceso constructivo).	
			n. Elevación de baranda.	
			o. Tabla de acero de refuerzo losa de aproximación.	
			p. Tabla de acero de refuerzo baranda vehicular tipo "New Jersey".	
			q. Detalles de las escolleras o algún elemento de retención o protección donde aplique.	
			r. Detalle de cortalágrimas.	
			s. Detalles de las barandas tipo MZ y la norma a cumplir.	
			t. Especificaciones técnicas de las juntas de expansión y norma a cumplir.	
			u. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	
			v. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	

CAPÍTULO IV. ANEXOS

ANEXO 01. EJEMPLOS DE PRESENTACIÓN PARA PLANOS DE PUENTES.

Lámina de Plan General

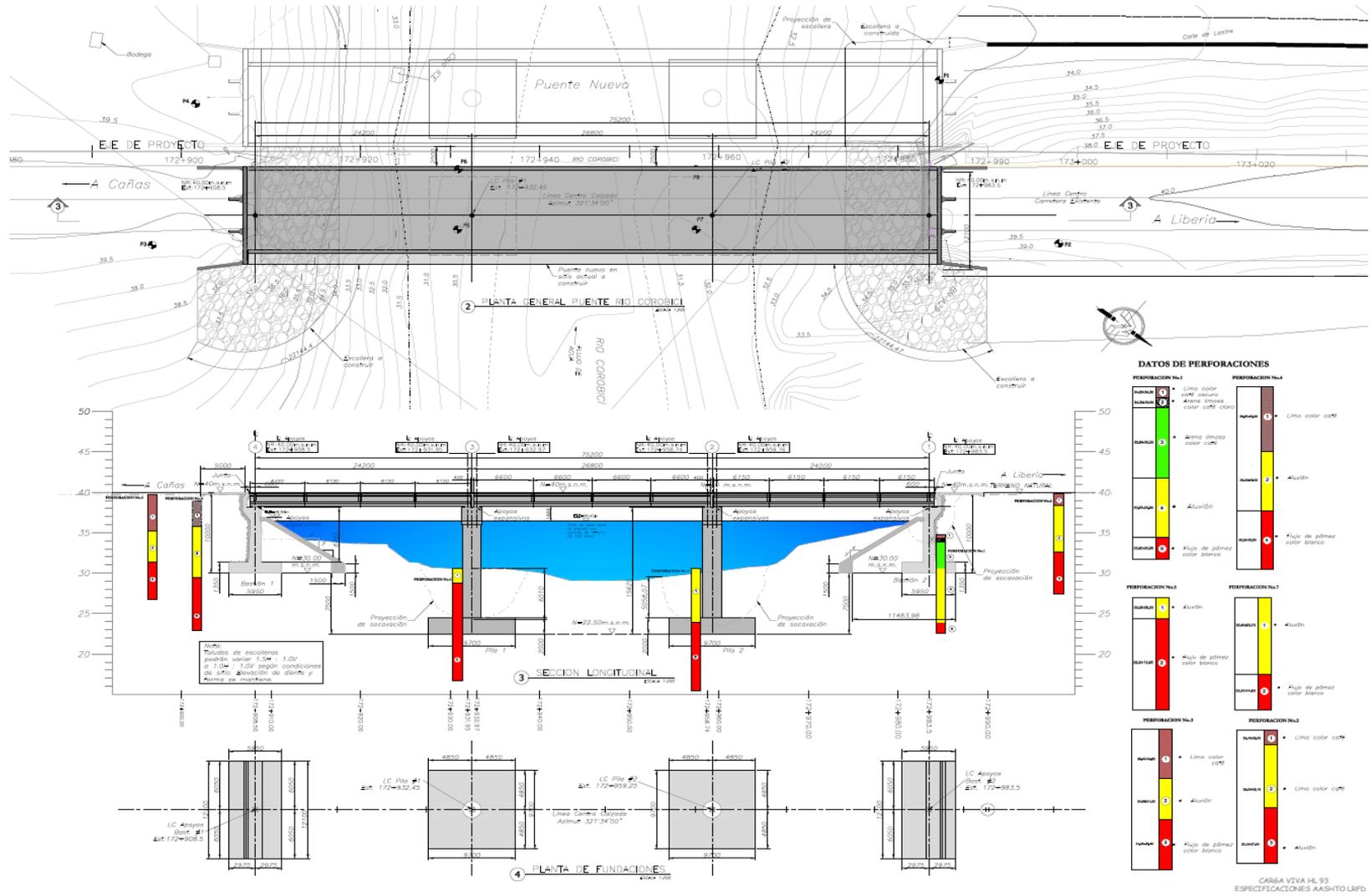
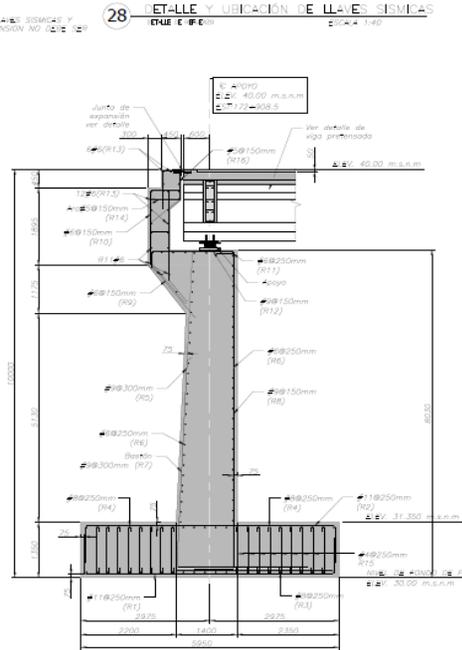
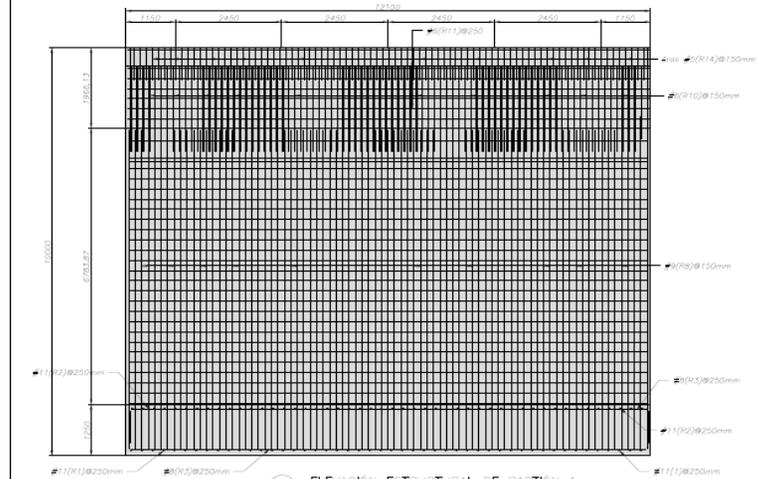
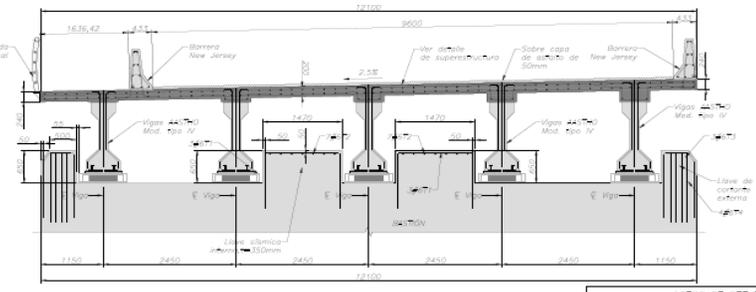
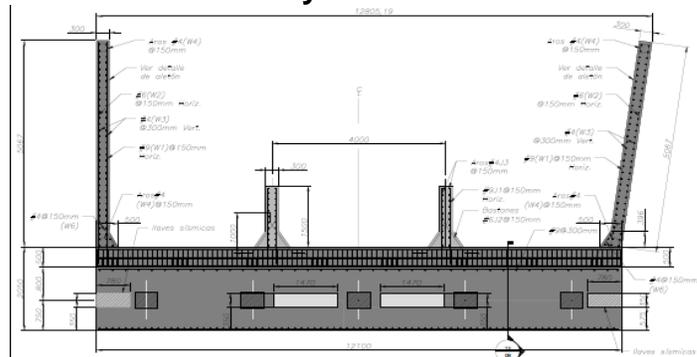


Lámina de Bastión y/o Pila



ALERO DE EF EREZO		ETIQUETA	UBICACIÓN
81	48	A	En el canto
82	48	A	En el canto
83	34	B	En el canto
84	34	B	En el canto
85	40	C1	En el canto
86	34	C	En el canto
87	40	D	En el canto
88	40	E	En el canto
89	30	F	En el canto
90	34	G	En el canto
91	10	H	En el canto
92	30	I	En el canto
93	18	J	En el canto
94	30	K	En el canto
95	15	L	En el canto
96	30	M	En el canto
97	12	N	En el canto
98	30	O	En el canto
99	14	P	En el canto
100	20	Q	En el canto
101	8	R	En el canto

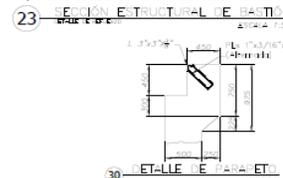
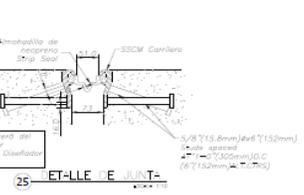
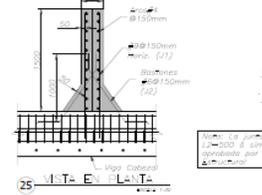
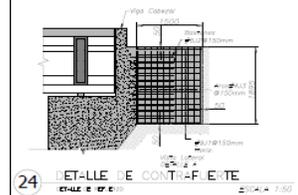


Lámina de Superestructura

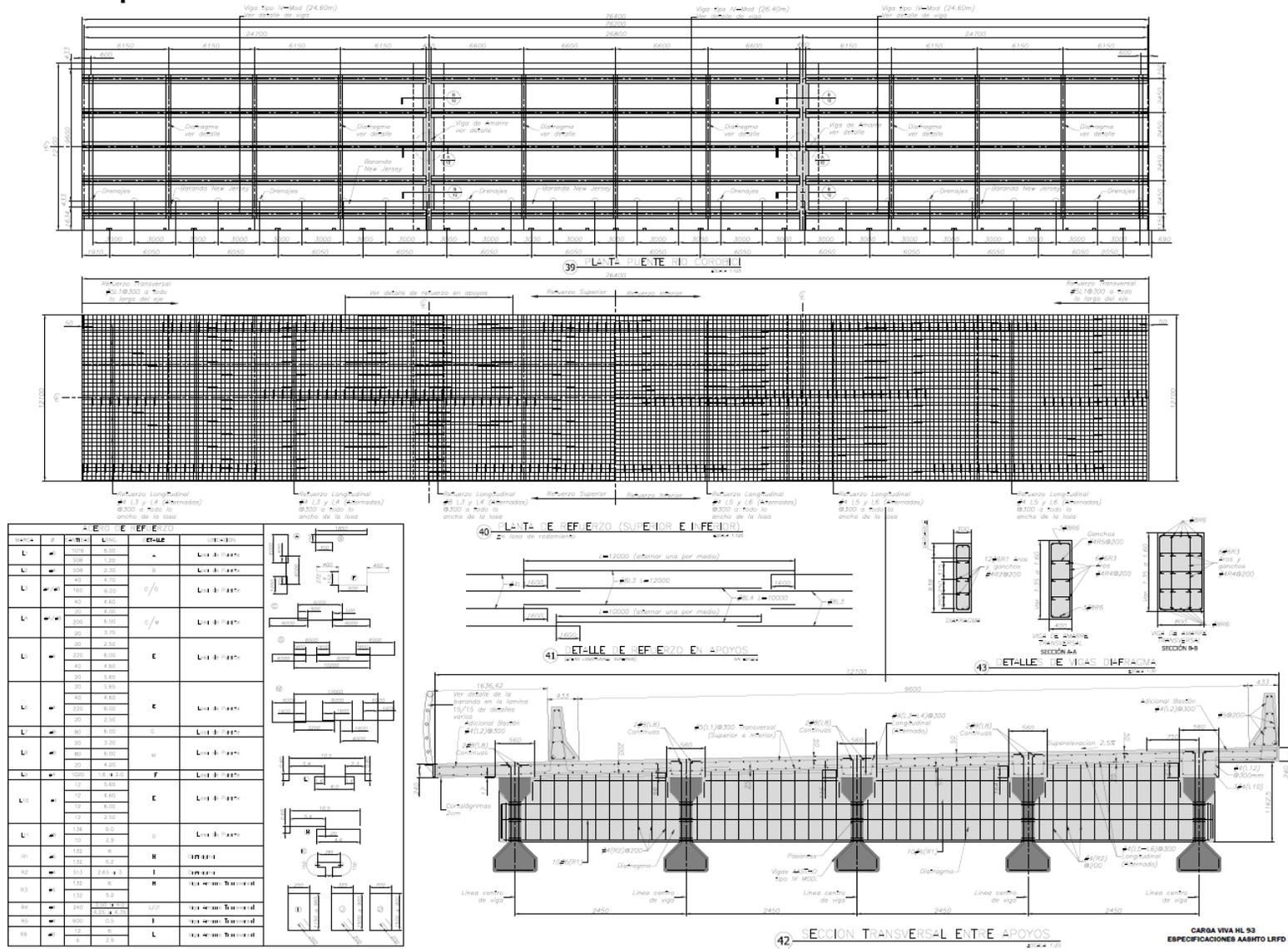
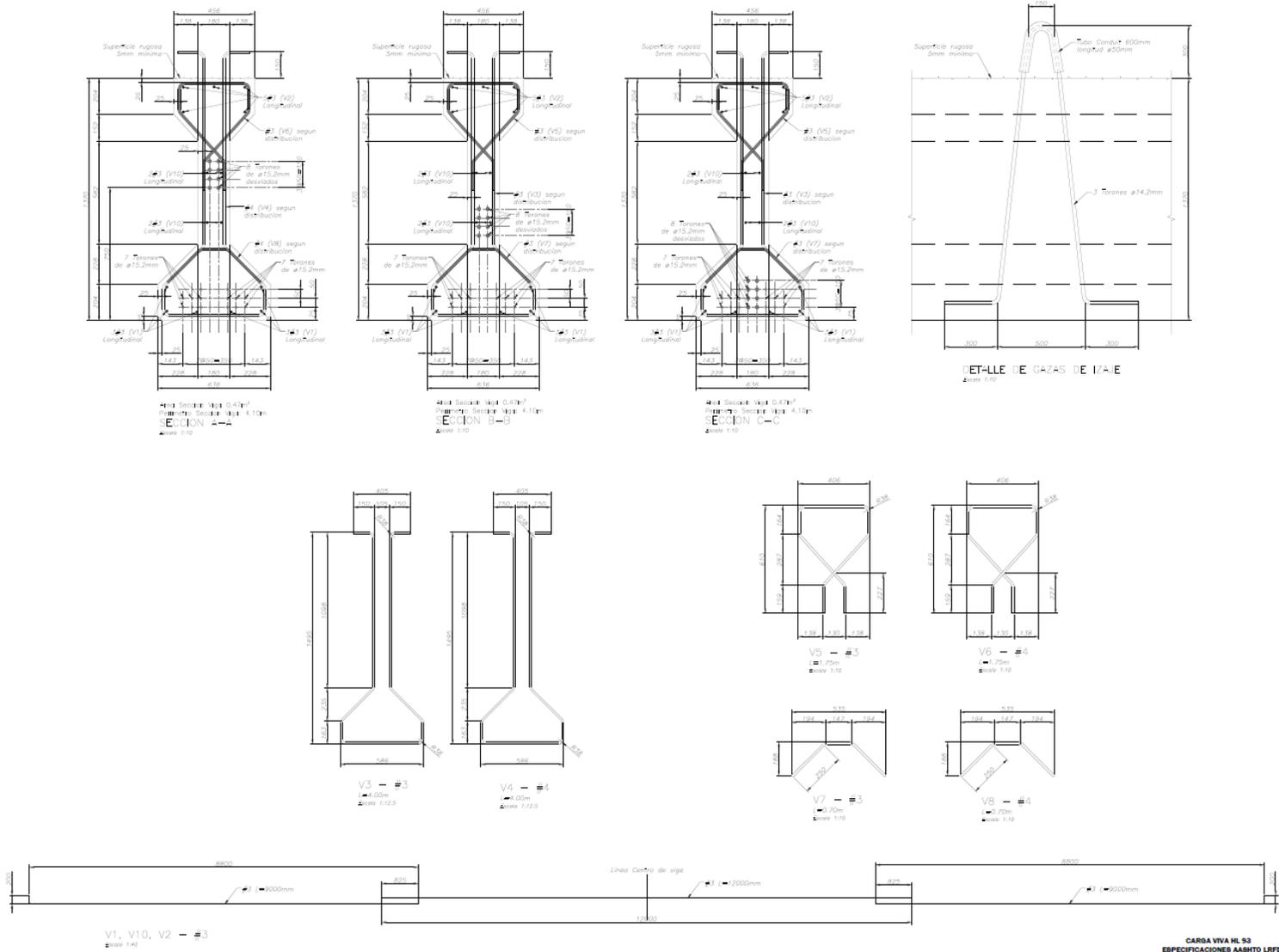
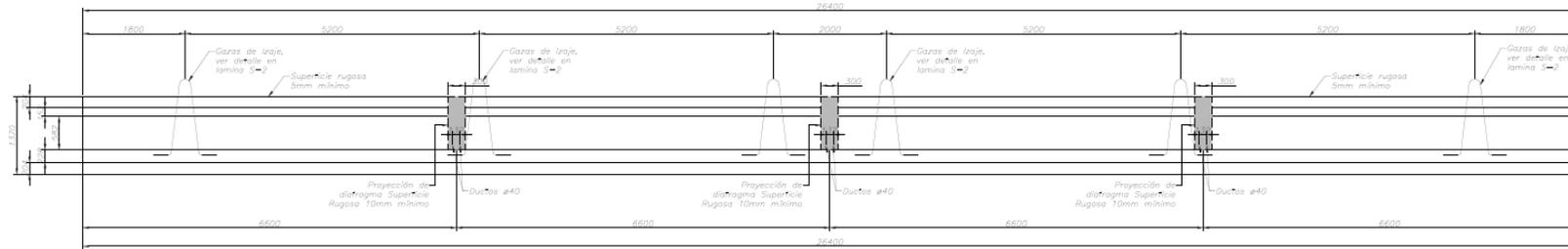
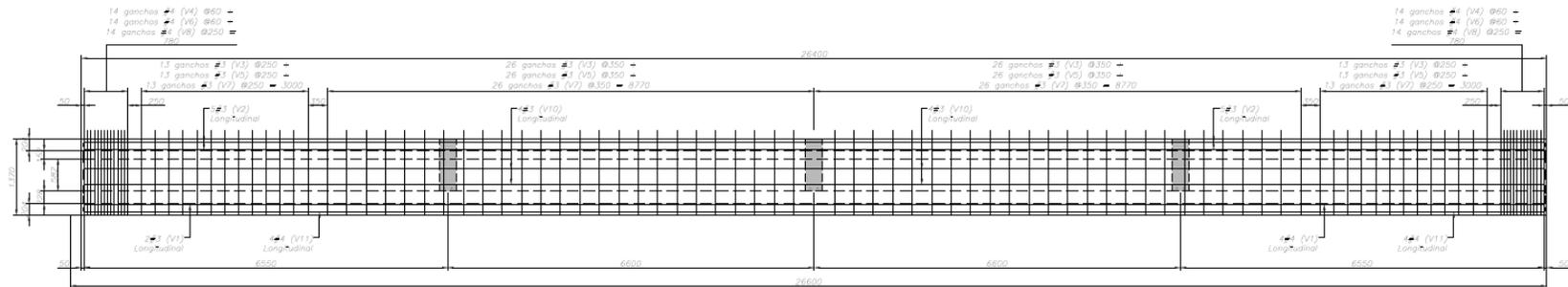


Lámina de Vigas

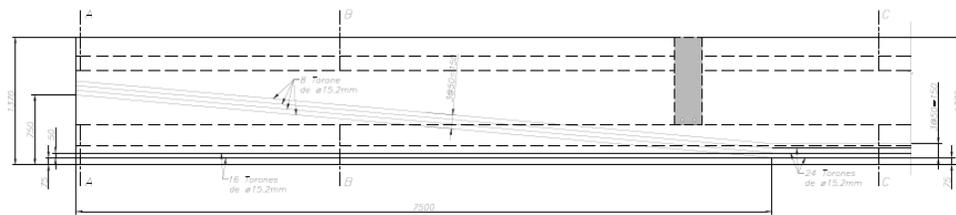




47 ELEVACION GEOMETRICA DE VIGA IV-Med (L=26,40m)
Escala: 1:40



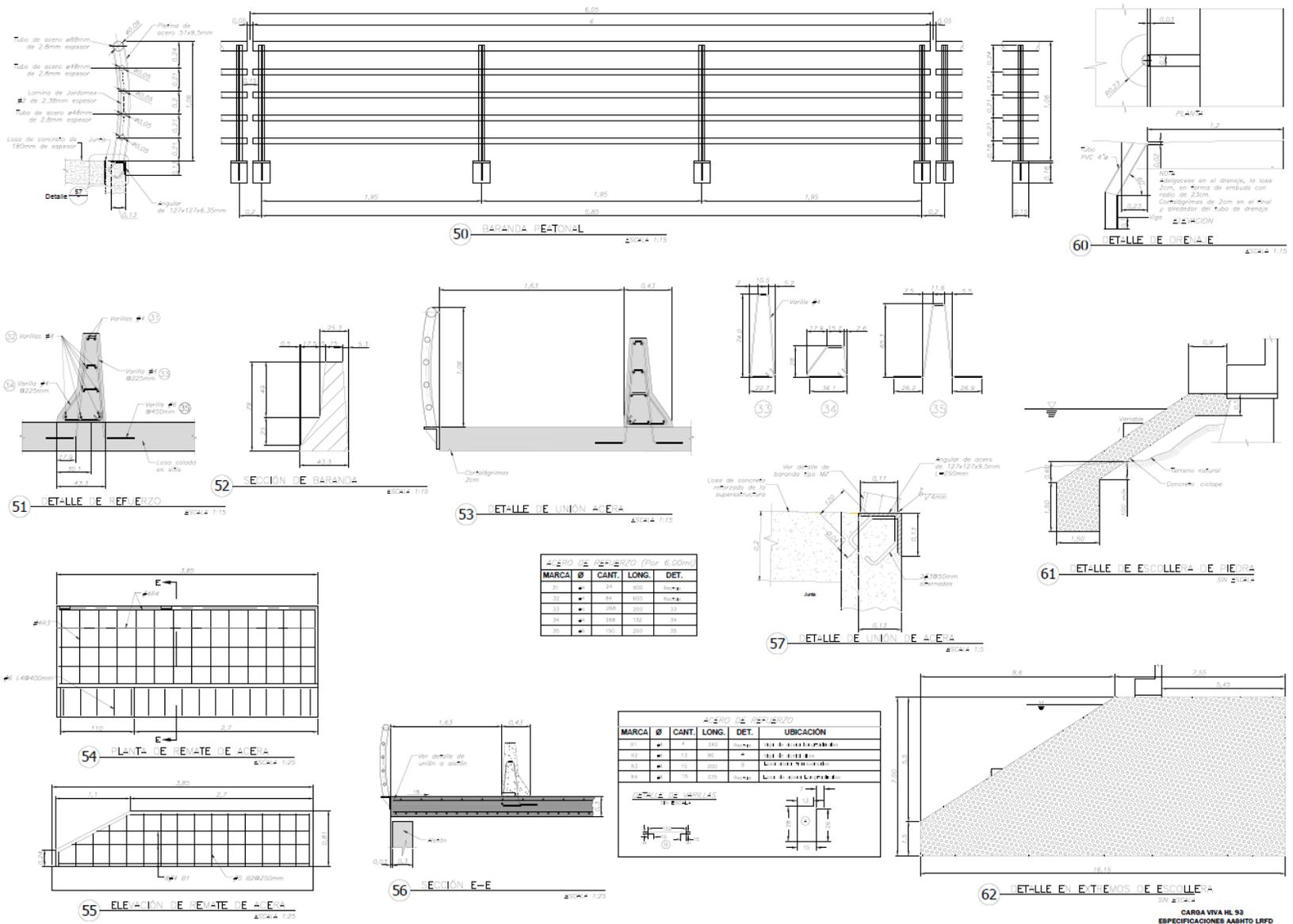
48 REFORZO ESTRUCTURAL DE VIGA IV-Med (L=26,40m)
Escala: 1:40



49 UBICACION DE TÓRONES EN VIGA (EN AMBOS TERMINALES)
Escala: 1:25

NOTAS ESTRUCTURALES

- Cantidad de tendones de 15,2mm por viga: 24
- Fuerzas de pretensión en cada tendón en la transferencia: 17,833 Ton/tendón
- Pretensión final aplicada en la transferencia: $P = 428 \text{ ton}$
- Concreto: Resistencia medida en cilindros de 150x300 mm de acuerdo con las especificaciones ASTM C-39
- Resistencia del concreto al momento de la transferencia: $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia del concreto a los 28 días: $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo: Acero de refuerzo convencional será Grado 60 especificación ASTM designación A-615: $f_y = 4220 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de pretensión serán tendones tipo High-Tensile Steel seven wire strand Grado 270 según requerimientos ASTM M 203 (ASTM A 416): $f_p = 18988 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento: Recubrimiento mínimo será de acuerdo con ACI 308R-2012, artículo 9.26.1:
 - Recubrimiento mínimo del acero de pretensión: 38mm
 - Recubrimiento mínimo del acero convencional: 38mm
 - Recubrimiento mínimo al borde de los arcos: 25mm





Por: Aarón Gómez Bermúdez
Unidad Ejecutora del Primer Programa de
Infraestructura Vial (UE-PIV 1)
Mayo de 2017

Apéndice 04.



LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS



Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.3/9.1.4/9.1.5/9.1.6	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Notas Generales	Observaciones
Planta de Fundaciones				
X			a. Título de la vista de planta de fundaciones.	
X			b. Escala de la planta.	
X			c. Alineamiento del puente, con LC de la carretera.	
X			d. Bastión 1 y 2, así como las pilas y su estacionamiento.	
	X		e. Acotamientos de las fundaciones.	Acotar ancho de la placa de fundación
	X		f. Ángulo de sesgo.	Indicar sesgo
X			g. Indicación de sitios donde se realizaron las perforaciones.	
X			h. Ubicación correcta de la fundación de acuerdo con el estacionamiento y el sesgo.	
		X	i. Ubicación de los pilotes.	
		X	j. Pendiente y/o inclinación de los pilotes.	
X			k. Elevación de las fundaciones (nivel de cimentación).	

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		
Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	28/04/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.2	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Notas Generales	Observaciones
X			a. Referencia completa del estudio de suelos y geotecnia.	
X			b. Especificaciones de diseño:	Eliminar código de cimentaciones
X			Especificaciones LRFD para Puentes de Carreteras A.A.S.H.T.O. 2014, 7ª Edición.	
X			Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes, Edición 2013. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos CFIA.	
X			Circulares de Ingeniería Hidráulica de la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos	
	X		Especificación para Acero Estructural y/o de refuerzo.	Solo se indica que cumpla con el ASTM A36
			c. Especificaciones, Carga Viva	
X			Carga Viva HL-93.	
X			d. Especificaciones de Construcción:	
X			Especificaciones para la Construcción de Caminos y Puentes C.R. 2010.	
X			Manual de Normas para la Colocación de Dispositivos de Seguridad para la Protección en Obras Viales, de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito 1995, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.	
X			Reglamento de Dispositivos de Seguridad para la Protección de Obras, según Decreto 26041-CONAVI, Gaceta N°103 del 30/05/1997.	
X			Especificaciones especiales del proyecto.	
X			e. Concreto.	
	X		f. Aditivos.	
X			g. Apoyos.	Se indican en los neoprenos
X			h. Acero de refuerzo.	
X			i. Juntas de construcción.	
X			j. Acero estructural.	
X			k. Soldadura.	
X			l. Apoyos de Neopreno.	
X			m. Acero de pos tensión.	Modificar para que se lea postension
X			n. Resistencia del concreto a pos tensar.	Modificar para que se lea Postensar
X			o. Excavación.	
X			p. Resistencia del suelo.	
X			q. Pintura.	Para acero estructural
		X	r. Pilotes.	
X			s. Remoción de estructuras.	
X			t. Juntas de expansión.	
X			u. Sistema de protección contra la corrosión.	Se incluye pintura para acero estructural
X			v. Acabados Señalización y colocación de carpeta asfáltica.	
X			w. Rellenos.	
	X		x. Barandas.	
	X		y. Se incluye tabla con longitudes de desarrollo (anclaje) y de empalmes.	
X			z. Indicar nota de las unidades en las dimensiones.	
X			aa. Cuadro de cantidades	

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		
Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.7/9.1.8/9.1.9/9.1.10	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Bastión 1	Observaciones
Aspectos Generales				
	X		a. Planta, Elevación y Planta de fundaciones, de arriba hacia abajo. Con la misma escala y alineados con la LC de la estructura.	Se presenta en láminas separadas
X			b. Secciones y/o detalles de los aletones, Cabezal (viga cabezal, pared de cabezal, ménsula, junta), columna, fundación.	
X			c. Cuadro de despiece de acero de refuerzo.	Se presenta en otras láminas
X			d. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	Se presenta en otras láminas
X			e. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	Aclarar las diferencias en las longitudes, con respecto a los diagramas, si es por los radios de doblado
	X		f. Nota de unidades de las dimensiones.	Se presenta en lámina de notas generales.
Planta de Bastión				
X			a. Título de la vista en planta del Bastión.	
X			b. Cotas de la planta.	
X			c. Escala de la vista.	
X			d. LC del proyecto.	
	X		e. Estacionamiento del eje de bastión.	Indicar estacionamiento de eje de Bastión
	X		f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
X			g. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	
		X	h. Cortes que se realizan.	
	X		i. Líneas de centro de las vigas.	
X			j. Se identifican con etiquetas los elementos de la estructura presentado.	
	X		k. Pendiente de los aletones.	Indicar pendiente de los aletones

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		
Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.7/9.1.8/9.1.9/9.1.10	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Bastión 1	Observaciones
Elevación del bastión				
X			a. Título de la vista de elevación del Bastión.	Cambiar para que se lea "Elevación de Bastión 1"
X			b. Cotas de los elementos que se presentan.	
X			c. Escala de la vista.	
X			d. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	Se presenta en lámina 9.1.
X			e. Se señalan los cortes que se realizan.	
	X		f. Juntas de construcción y dónde se encuentra el detalle de la misma.	Indicar las juntas de construcción.
	X		g. Pendiente transversal de la calzada.	Indicar pendiente transversal de la calzada en elevación frontal de Bastión
X			h. Elevaciones de la calzada para los extremos y en el centro.	
	X		i. Elevación del borde superior de la viga cabezal.	
X			j. Aceras, barandas peatonales y vehiculares tipo "New Jersey".	
		X	k. Pendiente de las columnas.	
	X		l. Pendiente de los aletones.	Indicar pendiente de los aletones
	X		m. Se indica donde se encuentra el detalle del angular de protección.	Se muestra detalle en lámina 9.1.20
X			n. Remate de superestructura en bastión.	
Fundaciones del Bastión				
	X		a. Título de la vista de planta de fundaciones del Bastión.	Presentar vista de planta de fundaciones
	X		b. Centro del apoyo y el estacionamiento.	
	X		c. Se acotan las cimentaciones.	
	X		d. Escala de la vista.	
	X		e. LC del proyecto.	
	X		f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
	X		g. Indicación de sitios donde se realizaron perforaciones.	
		X	h. Ubicación de los pilotes en las placas.	
		X	i. Pendiente de los pilotes inclinados.	
		X	j. Secciones de pilotes.	
	X		k. Acero de refuerzo de los elementos de la fundación.	
Detalles Varios				
	X		a. Recubrimientos en todos los detalles que se presenten.	Aclarar si recubrimiento de 5 cm aplica para todo
	X		b. Se muestran de manera clara los detallados del acero de refuerzo y su referencia al cuadro de acero.	
		X	c. Dispositivos para preveer impactos en las llaves sísmicas.	Aclarar porque no se incluyen.

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		
Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.11/9.1.12/9.1.13/9.1.14	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Bastión 2	Observaciones
Aspectos Generales				
	x		a. Planta, Elevación y Planta de fundaciones, de arriba hacia abajo. Con la misma escala y alineados con la LC de la estructura.	Se presenta en láminas separadas
x			b. Secciones y/o detalles de los aletones, Cabezal (viga cabezal, pared de cabezal, ménsula, junta), columna, fundación.	
x			c. Cuadro de despiece de acero de refuerzo.	Se presenta en otras láminas
x			d. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	Se presenta en otras láminas
x			e. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	Aclarar las diferencias en las longitudes, con respecto a los diagramas, si es por los radios de doblado
	x		f. Nota de unidades de las dimensiones.	
Planta de Bastión				
x			a. Título de la vista en planta del Bastión.	
x			b. Cotas de la planta.	
x			c. Escala de la vista.	
x			d. LC del proyecto.	
	x		e. Estacionamiento del eje de bastión.	Indicar estacionamiento de eje de Bastión
	x		f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
x			g. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	
		x	h. Cortes que se realizan.	
	x		i. Líneas de centro de las vigas.	
x			j. Se identifican con etiquetas los elementos de la estructura presentados.	
	x		k. Pendiente de los aletones.	Indicar pendiente de los aletones



LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS



Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.11/9.1.12/9.1.13/9.1.14	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Bastión 2	Observaciones
Elevación del Bastión				
X			a. Título de la vista de elevación del Bastión.	Cambiar para que se lea "Elevación de Bastión 1"
X			b. Cotas de los elementos que se presentan.	
X			c. Escala de la vista.	
X			d. Acero de refuerzo de los elementos presentados.	Se presenta en lámina 9.1.
X			e. Se señalan los cortes que se realizan.	
	X		f. Juntas de construcción y dónde se encuentra el detalle de la misma.	Señalar las juntas de construcción en caso de existir
	X		g. Pendiente transversal de la calzada.	Indicar pendiente transversal de la calzada en elevación frontal de Bastión
X			h. Elevaciones de la calzada para los extremos y en el centro.	
	X		i. Elevación del borde superior de la viga cabezal.	
X			j. Aceras, barandas peatonales y vehiculares tipo "New Jersey".	
		X	k. Pendiente de las columnas.	
	X		l. Pendiente de los aletones.	
	X		m. Se indica donde se encuentra el detalle del angular de protección.	
X			n. Remate de superestructura en bastión.	
Fundaciones del Bastión				
	X		a. Título de la vista de planta de fundaciones del Bastión.	No hay una vista específica de las fundaciones
	X		b. Centro del apoyo y el estacionamiento.	
	X		c. Se acotan las cimentaciones.	
	X		d. Escala de la vista.	
	X		e. LC del proyecto.	
	X		f. Ángulo de desviación o "sesgo".	
	X		g. Indicación de sitios donde se realizaron perforaciones.	
		X	h. Ubicación de los pilotes en las placas.	
		X	i. Pendiente de los pilotes inclinados.	
		X	j. Secciones de pilotes.	
X			k. Acero de refuerzo de los elementos de la fundación.	
Detalles Varios				
	X		a. Recubrimientos en todos los detalles que se presenten.	Aclarar si recubrimiento de 5 cm aplica para todo
X			b. Se muestran de manera clara los detallados del acero de refuerzo y su referencia al cuadro de acero.	

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		
Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.15/9.1.16	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Superestructura	Observaciones
X			a. Títulos de las vistas y detalles que se muestran.	
X			b. Vista de la sección transversal típica de la superestructura, mostrando carriles, espaldones, aceras, drenajes, barandas y demás elementos que compongan la sección.	Indicar carriles y espaldones
	X		c. Nivel de contención de las barandas vehiculares.	Indicar nivel de contención de barreras vehiculares
	X		d. Vista de la planta, mostrando cotas de aceras, cotas de espaldones, cotas de carriles, drenajes, acero de refuerzo de la losa, media sección de acero de refuerzo de diafragmas en apoyos y media sección de acero de refuerzo en diafragmas intermedios.	Mostrar una planta detallada de la losa.
X			e. Líneas de centro de vigas.	
	X		f. Pendiente transversal y longitudinal de la calzada.	Incluir pendiente longitudinal de la calzada.
X			g. Línea de centro de la calzada y/o línea de centro de proyecto.	
	X		h. Cortalágrimas con referencia al detalle respectivo.	Incluir cortalágrimas y referenciarlo al detalle
X			i. Escalas de las vistas y los detalles.	
	X		j. Planta de acero de refuerzo de la superestructura, mostrando: mallas de acero de refuerzo superior e inferior, línea de centro de apoyos, espaciamiento de vigas por línea de centro, espaciamientos de diafragmas, espaciamiento de empalmes, etc.	Mostrar una planta detallada con acero de la losa.
X			k. Cuadro de despiece y las cantidades de acero.	Se presenta en otra lámina.
X			l. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	Se presenta en otra lámina.
X			m. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	Aclarar las diferencias en las longitudes, con respecto a los diagramas, si es por los radios de doblado
		X	n. Características del postensado: Fuerza de tensión inicial en cada torón y fuerza de tensión final después de las pérdidas, resistencia del concreto, los límites de tolerancia en la deformación final de estos elementos.	
	X		o. Nota de las unidades para las dimensiones.	Se presenta en Notas generales
	X		p. Referencia a detalles	Referenciar el detalle del neopreno.

	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS		
Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.17/9.1.18	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Vigas	Observaciones
X			a. Título de cada vista o detalle.	
X			b. Escalas de las vistas y/o detalles.	
X			c. Cuadro de acero de refuerzo.	
X			d. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	
X			e. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	Aclarar las diferencias en las longitudes, con respecto a los diagramas, si es por los radios de doblado
X			f. Acotamientos necesarios para que los detalles sean claros y comprensibles.	
	X		g. Notas de diseño que sean relevantes para las vigas.	Incluir notas de postensión para las vigas
X			h. Vista en elevación longitudinal de una viga típica, en dónde se aprecie el refuerzo.	
X			i. Para vigas de concreto reforzado: espaciamiento de conectores de cortante, distribución del acero por cortante, distribución del acero pasivo por flexión, distribución del acero de postensión.	Especificar mejor los conectores de cortante
		X	j. Para vigas de acero: espaciamiento de conectores de cortante, distribución de atiesadores, ubicación de empalmes, ubicación de diafragmas.	
X			k. Sección transversal típica de viga en dónde se observe el acero de refuerzo.	
X			l. Sección de final de viga.	
		X	m. Planta de final de viga en bastión y en pila para puentes sesgados a diferentes ángulos y para puentes rectos.	
X			n. Sección de superestructura con vigas para los distintos tipos de viga que se presenten.	Se muestra en láminas de superestructura
	X		o. Detalle del apoyo de neopreno.	Se muestra en otra lámina
	X		p. Nota de las unidades en las dimensiones.	Se muestra en Notas Generales
X			q. Diagrama de "camber" de todas las vigas y las deformadas de cada una de las vigas en cada etapa constructiva.	
	X		r. Fuerza final de postensión después de ocurridas todas las pérdidas.	Incluir notas de postensión para las vigas
		X	s. Características del postensado: Fuerza de tensión inicial en cada torón y fuerza de tensión final después de las pérdidas, resistencia del concreto, los límites de tolerancia en la deformación final de estos elementos.	Incluir notas con pérdidas, resistencias del concreto inicial y final



LISTA DE VERIFICACIÓN PARA REVISIÓN DE PLANOS



Proyecto:	Diseño Ampliación Limonal-Cañas	Fecha:	02/05/2017
Nombre de estructura:	Puente Río Desjarretado	# Revisión:	1
Lámina:	9.1.19/9.1.20	Revisa:	Aarón Gómez
Contratista:	Cacisa-ISR	Dependencia:	UE-PIV 1

SÍ	NO	N/A	Lámina Detalles Varios	Observaciones
X			a. Títulos de los detalles y vistas.	
X			b. Escala de cada detalle y vista.	
X			c. Tabla con acero de refuerzo (Despieces).	Se muestra en otra lámina
X			d. Notas con detalles considerados en el diseño y/o notas constructivas.	
X			e. Detalle de la losa de aproximación.	
X			f. Detalle de drenajes.	
X			g. Detalle de la baranda peatonal.	
X			h. Detalles de la baranda vehicular: tipo "New Jersey", "Flex Beam" u otra, anclajes, armaduras y demás.	
	X		i. Nivel de contención de las barandas vehiculares.	Indicar el nivel de contención de las barreras vehiculares
	X		j. Detalles de remate de acera.	Indicar detalle de remate de acera
X			k. Detalles de los apoyos.	
X			l. Detalles de las juntas de expansión.	
		X	m. Diagramas de manipulación o de montaje (algún proceso constructivo).	
X			n. Elevación de baranda.	
X			o. Tabla de acero de refuerzo losa de aproximación.	Se muestra en otra lámina
X			p. Tabla de acero de refuerzo baranda vehicular tipo "New Jersey".	Se muestra en otra lámina
		X	q. Detalles de las escolleras o algún elemento de retención o protección donde aplique.	
X			r. Detalle de cortalágrimas.	
X			s. Detalles de las barandas tipo MZ y la norma a cumplir.	Indicar la norma a cumplir con la baranda tipo MZ
X			t. Especificaciones técnicas de las juntas de expansión y norma a cumplir.	
X			u. Diagramas de doblado del acero para cada tipo que se requiera, como parte del despiece de acero.	Se muestra en otra lámina
X			v. Se verifica que las dimensiones indicadas coincidan con la longitud o longitud unitaria que se muestra para ese elemento.	Aclarar las diferencias en las longitudes, con respecto a los diagramas, si es por los radios de doblado

Anexos

Anexo 01. Portada de cartel de licitación de diseño y construcción de Ruta Nacional 03 tramo La Pozuelo-Jardines del Recuerdo.

Anexo 02. Formulario revisión de planos del Departamento de Puentes del MOPT.

Anexo 01.



**REPUBLICA DE COSTA RICA
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD
(CONAVI)**

DOCUMENTOS DE LICITACIÓN

**Para la Contratación del Diseño y
Construcción de la Ruta Nacional No. 3,
Sección: Intersección Pozuelo (Radial Uruca,
Ruta Nacional No. 108)-Intersección Jardines
del Recuerdo (Ruta Nacional No. 106).**

**Licitación Pública Internacional
No. 2013LI-000013-0DE00**

Nombre del Proyecto:

Primer Programa de Infraestructura Vial (PIV-I)

Contratante: Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) de
Costa Rica

Octubre, 2013

Anexo 02.

Revisión de Planos
Mauro Loria Galazanga.

REVISION DE PLANES GENERALES



PUENTE

Ing. Diseñador Fecha.....

Ing. Revisor Fecha

D. R.

1. Notas generales

2. Índice de láminas

3. Nota sobre B.M. o Hito

4. Revisión de la planta del puente

A) Observar alineamiento

Si hay curva horizontal, revisar:

a. Datos de curva:

(ángulo)

R

T

E

L

PC

PI

PT

S (corona reversa

dependiendo de la curva

C (superelevación)

Tangente anterior

Tangente posterior

b. Indicación de línea centro de la carretera y cuerdas para los tramos del puente.

c. Angulo de desviación (si fuera necesario)

- | D. | R. | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | d. Posición de alerones o muros respecto de la curva y verificar con lámina de alerones. Nota: Los alerones para puentes en curva requieren un ajuste especial en la lámina estándar correspondiente. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | e. Indicar estacionamiento de PC, PI o PT, si estuvieran dentro del ámbito del dibujo. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B) Observar curvas de nivel. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | C) Observar indicación del cauce del río (y sentido de la corriente de agua) o de la carretera que atraviese si se tratara de un viaducto, o si es alcantarilla dar la pendiente. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | D) Revisar trazo de la carretera y sus límites principales, así como agregar la notación correspondiente. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E) Revisar dimensiones: ancho de puente y carretera. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | F) Revisar estacionamiento, elevaciones y tipos de apoyo, así como la línea de centro de apoyos. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | G) Comprobar estacionamientos con los de pila y bastiones. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | H) Indicar líneas de corte y relleno. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | I) Indicar barras y elevación a la cual llega. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | J) Indicar pendientes de corte o relleno. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | K) Ubicar sitios de resistividades y perforaciones (observar simbología). |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | L) Medir a escala la longitud de los alerones y comparar con la lámina correspondiente. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | M) Indicar baranda y sus tramos. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | N) Indicar desagües y verificar espaciamientos según luces. Atención especial al caso de viaductos. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | O) Indicar rumbo sobre B del puente si no está en curva. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | P) Indicar flecha con rumbo (norte) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Q) Indicar en los extremos hacia el lugar al cual se dirige la carretera. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | R) Poner título. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | S) Poner escala. |

Nota: Todas las direcciones están dadas en metros, excepto donde se indique diferente.

- | D. | R. | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | M) Revisar simbología de perforaciones y resistividades |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | N) Colocar recuadro con elevaciones y estaciones. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | O) Poner número a las pilas y bastiones |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | P) Dar elevaciones de pila y bastión en la base de la fundación. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Q) Título y escala ✓ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | R) Indicar pendiente de rasante ✓ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6. Revisión de la planta de fundaciones |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | A) Revisar el alineamiento del puente, dibujar línea de centro de la carretera y flecha en pila. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B) Revisar dimensiones de las fundaciones con láminas de bastiones y pilas. Líneas de centro, estaciones y tipos de apoyos ✓ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | C) Título y escala ✓ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 7. Dar resultado (descripción) de perforaciones y resistividades |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 8. Revisar el cuadro de cantidades colocado en el Plan General (item-designación, unidades, cantidades parciales y totales) Revisar de que sumen las distancias de las varillas detalladas. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 9. Si está llena la estimación de cantidades ✓ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 10. Pendiente del talud(chequeo con la berra) ✓ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 11. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 12. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 13. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 14. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 15. |

REVISIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES

D, R.

- 1) Número de lámina y dibujo. Comparar con el plan general
- 2) Estacionamiento y elevación de la rasante sobre la línea centro de apoyos
- 3) Detalle de angular de protección en bastiones
- 4) Angulo de sesgo de la planta y en la planta de fundaciones
- 5) Longitud de aletones de acuerdo con el plan general
- 6) Longitud de remate de acuerdo con la longitud de los aletones
- 7) Clase de remate de acuerdo con el tipo de baranda
- 8) Elevación del principio y final de los aletones, según la corona parabólica y la curva vertical si la hubiera.
- 9) Ubicación, ancho, altura de pedestales. Ubicación de huecos para pernos de anclaje.
- 10) Diámetros y profundidades de los huecos
- 11) Nota sobre unidades de las dimensiones
- 12) Ubicación correcta de cortes y vistas
- 13) Escalas
- 14) Ancho y separación de vigas de acuerdo con el anteproyecto (ver sec. típica)
- 15) Elevación de fundaciones de acuerdo con los datos del laboratorio
- 16) Ubicación correcta de la fundación de acuerdo con el estacionamiento y el sesgo. Tener cuidado con el sentido de avance de los estacionamientos.
- 17) Título de la lámina de acuerdo con el plan general
- 18) Fecha.
- 19) Proyectó.....Diseñó.....Dibujó.....Revisó..... etc.....
- 20) Ubicación y dimensiones de la junta de construcción
- 21) Revisión de diseño y comparación con el diseñador.
- 22) Comparación de las dimensiones de las vistas
- 23) Altura de la pared de cabzal. Cota en el centro y en los extremos
- 24) Cota de todos los pedestales

D. R.

- 25) Revisar el ancho de la viga de cabzal de modo que en el caso de ancho de sesgo, haya espacio para la placa y la viga de la superestructura.
- 26) Altura de la pantalla de acuerdo con el plan general y las condiciones del relleno.
- 27) Altura de la pantalla de acuerdo con el relleno. Se debe revisar la condición de anclaje de la varilla horizontal en el cabzal.
- 28) Revisión en planta de todas las varillas y comparación con la lista de acero.
- 29) Separación de la columna en la elevación y comparación con la planta de fundaciones. Revisar con el % de calzad. y % de apoyos.
- 30) Separación de L de apoyos de acuerdo con la condición del sesgo.
- 31) Detalles de las varillas. Comparar la longitud de los ganchos con el estándar. Calcular el recubrimiento.
- 32) Ubicación de pilotes en las placas de fundación.
- 34) Pendiente de los pilotes inclinados.
- 35) Pendiente de las columnas.
- 36) Pendiente de los alfileres.
- 37) Longitud de las dovelas (espigas).
- 38) Ubicación correcta de la pantalla con respecto a la viga de cabzal y las columnas.
- 39) Revisión cuidadosa de las zonas de intersección de los elementos de la estructura, con el fin de evitar el entonamiento de varillas.
- 40) Ubicación de las varillas de la viga de cabzal, de modo que no haya interferencia con los huecos para el anclaje.
- 41) Nota.... los ganchos..... deberán doblarse alrededor de las varillas longitudinales de las columnas y de los arcos.
- 42) Correcta penetración de la cabeza del pilote en la placa de fundación con la indicación de esta correspondiente.
- 43) Rotulado en la esquina superior derecha del plano, proyecto....plan....
- 44) Comparar el tamaño de la placa de apoyo con el tamaño de los pedestales para prever los ajustes necesarios.

D. R.

- 45) Revisar el refuerzo vertical de la pared de cabzal, en quella cara en que su altura lo averite.
- 46) Indicación con una flecha del sentido de avance de las estaciones..... poner hacia... (pueblo, ciudad, etc. que sirva como referencias).
- 47) Calcular de acuerdo con el tipo de superestructura, la altura de la pared de cabzal
- 48) Poner en la parte superior de la pared del bastión, en el centro y en las aceras, la elevación correspondiente.
- 49) Revisar espaciamiento de varillas, arcos, y estribos. Indicar con una cota donde está colocado el primer estribo del elemento.
- 50)
- 51)
- 52)
- 53)
- 54)
- 55)
- 56)
- 57)
- 58)
- 59)
- 60)

Tabla de contenido de los planos estructurales de un puente

N°	Item	Descripción
1	Plan General ✓	Planta y elevación de puente, datos de perforaciones, estimación de cantidades, índice de hojas, firma de encargada
2	Notas Generales ✓	Propiedades y recomendaciones acerca de los materiales
3	Bastiones Bastión N°1 Bastión N°2 ✓	Elevación, planta de fundaciones, cortes del bastión, detalle de aletón, tabla de acero de refuerzo.
4	Pilares	Elevación, planta de fundaciones, cortes del pilar, detalle de aletón, tabla de acero de refuerzo.
5	Superestructura ✓	Planta de ampliación de losas, protección viga de borde, secciones transversales del puente, elevación de baranda, empalme de la baranda, final de losa en bastión, detalle angular de protección, tabla de acero de refuerzo.
6	Detalle de viga (viga)	conectores de cortante, diafragmas de contraflecha, detalles de empalme, detalle conectores, detalles de apoyo, pega de diafragmas en apoyo, almohadilla elastomérica.
7	Detalles varios	Detalle de escollera, empalme de baranda, pega de poste, diagrama de manipulación, secciones de pilotes, losa de aproximación, planta de remate de acera, elevación de baranda, notas generales, tabla de acero de refuerzo, planta de remate de baranda, empalme de baranda.

Orden Láminas

Sobre Río Tenorio

- | | | | |
|-----|-----------------------|--|------|
| • | 1 = P.G | | Foto |
| • | 2 = N.G | | Foto |
| • X | 3 = B 1 | | Foto |
| • | 4 = B 2 | | Foto |
| • X | 5 = P. 14 | | Foto |
| • | 6 = Super 18 | | Foto |
| • X | 7 = Detalles de vigas | | Foto |
| • | 8 = Super 35 | | Foto |
| • | 9 = detalles de viga | | Foto |
| • | 10 = detalles varios | | Foto |

1. Plan General
2. Motor General
3. Bastión #
4. Tala #

5. Superestructura:

6. Detalles: } planta, ampliación de arco, protección rigida de la
 corrientes de corriente, Diagrama de contra flecha,
 Detalles de empalmes, detalles de conector, Detalles de apoyo
 Pega diafragma en apoyo, alambreadillo de armadura.

Referencias

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (2014) LRFD Bridge Design Specifications. Washington DC, USA. AASHTO.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica (2010) *Ley n.º 8845: Aprobación del primer contrato de préstamo n.º 2007/OC-CR, suscrito entre la República de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo, celebrado en el marco del convenio de cooperación para el financiamiento de proyectos de inversión (CR-X1007) para financiar el Primer Programa de Infraestructura Vial (PIV I)*. Recuperado de: <http://www.pgrweb.go.cr>
- Castillo, R. y Quirós, Ch. (2012) Barandas para contención vehicular en puentes. *Boletín Técnico Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)*, 3(26), 1-7. Recuperado de: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/puentes/para-web/barandas-para-contencion-vehicular-en-puentes.pdf>
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2013) *Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes*. Recuperado de: <http://www.codigosismico.or.cr>
- Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). (2017) Conavi: Marco Legal. San José, Costa Rica. CONAVI. Recuperado de www.conavi.go.cr
- Consejo Nacional de Vialidad, (2013) *DOCUMENTOS DE LICITACIÓN Para la Contratación del Diseño y Construcción de la Ruta Nacional No. 3, Sección: Intersección Pozuelo (Radial Uruca, Ruta Nacional No. 108)-Intersección Jardines del Recuerdo (Ruta Nacional No. 106)*. Tomado de: Documentos de UE-PIV 1.
- Departamento de Diseño de Puentes, MOPT (n.d). *Revisión de planos de puentes*. Recuperado de: Documentos de UE-PIV 1.
- Dirección de Puentes del MOPT y Agencia de Cooperación Japonesa, (JICA). (2007) *Manual de Inspección de Puentes*. Recuperado de: www.mopt.go.cr
- Federal Highway Administration (2012). Hydraulic Engineering Circular n.º 20: *Stream Stability at Highway Structures Fourth Edition*. Washington DC, USA.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. Recuperado de: <http://www.mopt.go.cr>
- Real Academia de Ingeniería. (2017) Diccionario Español de Ingeniería. España. Tecnosite-Grupo Fundosa. Recuperado de <http://diccionario.raing.es>