

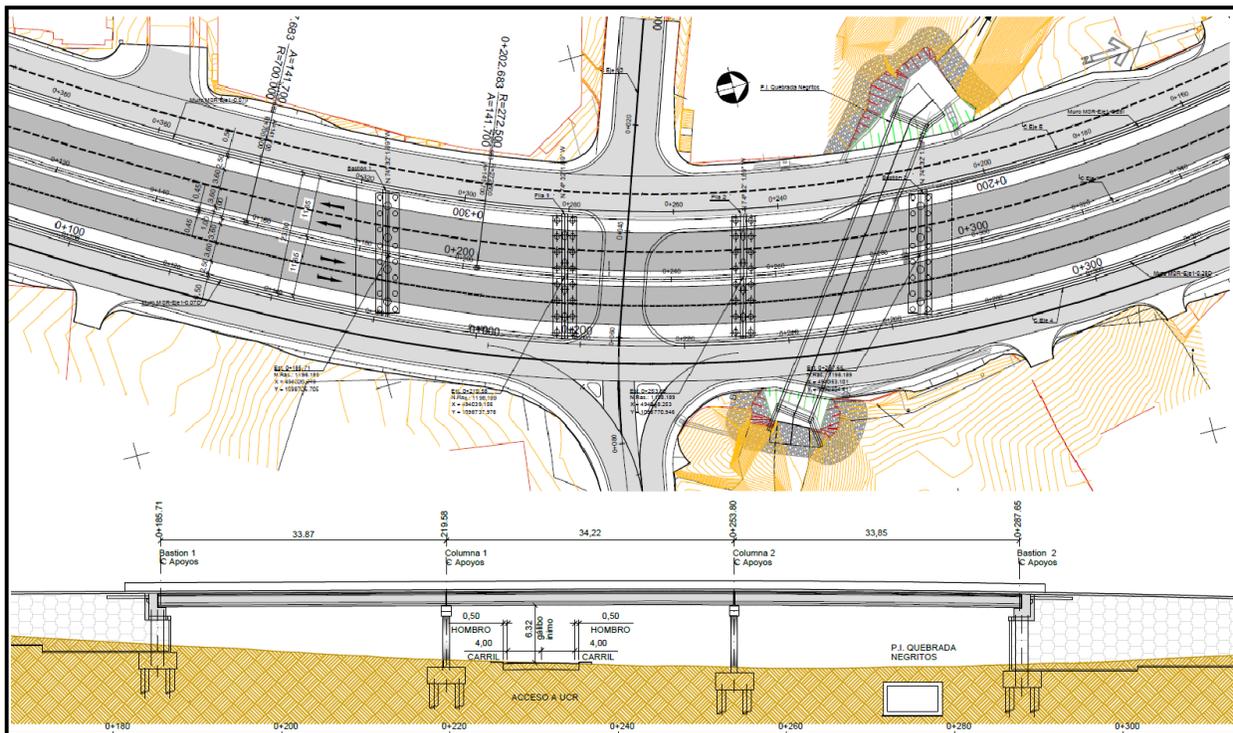


Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-34-2021

INFORME DE REVISIÓN DOCUMENTAL

REVISIÓN DE LA MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PASO A DESNIVEL FRENTE AL ACCESO A LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (UCR), RUTA NACIONAL N.º 39.



San José, Costa Rica
Agosto, 2021





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



ANIVERSARIO
LanammeUCR



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
2021
BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



1. Informe LM-PIE-34-2021		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: REVISIÓN DE LA MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PASO A DESNIVEL FRENTE AL ACCESO A LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (UCR), RUTA NACIONAL N.º 39.		4. Fecha del Informe Agosto, 2021
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias Ninguna		
7. Resumen Este informe presenta los resultados de la revisión de la memoria de cálculo del diseño estructural del paso a desnivel frente al acceso a la Universidad de Costa Rica (UCR), sobre la Ruta Nacional n.º 39. Este puente forma parte de una serie de obras para mejorar la movilidad y la conectividad del tramo de la ruta que va desde la entrada de la Facultad de Derecho de la Universidad de Costa Rica, pasando a través de la Rotonda de La Bandera, hasta llegar a la actual Intersección de Guadalupe. Dentro del informe se analiza la calidad de la memoria de cálculo del paso a desnivel frente al acceso a la UCR. El Programa de Ingeniería Estructural (PIE) realiza esta revisión ante la solicitud por parte de la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) del LanammeUCR. Este documento es parte de las competencias de la fiscalización de la Red Vial Nacional asignadas al LanammeUCR por medio de la Ley 8114.		
8. Palabras clave Puente, UCR, memoria de cálculo, Ruta Nacional n.º 39, paso a desnivel, La Bandera, Guadalupe, intersección, control de calidad, aseguramiento de la calidad, auditorías técnicas de puentes, diseño de puentes, 2021.	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 51
11. Preparado por: Ing. Andrés González León Programa de Ingeniería Estructural	12. Revisado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Programa de Ingeniería Estructural	12. Aprobado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



ANIVERSARIO
LanammeUCR



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
2021
BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS	8
3. ALCANCE	8
4. REVISIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEMORIA DE CALCULO.....	10
5. RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE LA MEMORIA DE CALCULO	13
6. CONCLUSIONES.....	18
7. RECOMENDACIONES	19
8. REFERENCIAS.....	23



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
2021 BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó una revisión de la calidad en el contenido de la memoria de cálculo estructural del paso a desnivel frente al acceso a la Universidad de Costa Rica (UCR) de la Ruta Nacional n.º 39. Esta estructura forma parte de una serie de obras para mejorar la movilidad y la conectividad de un tramo de la Ruta Nacional n.º 39, desde la entrada de la Facultad de Derecho de la Universidad de Costa Rica, pasando a través de la Rotonda de La Bandera, hasta llegar a la actual Intersección de Guadalupe

A partir de la revisión del contenido de la memoria de cálculo estructural se encontró lo siguiente:

- En lo que respecta al procedimiento del diseño estructural, la memoria de cálculo del paso a desnivel frente al acceso a la UCR, cumple en términos generales con los procesos de diseño de los componentes estructurales de un puente de concreto como lo establece el Apéndice A5 de la norma AASHTO LRFD
- La mayoría de las observaciones realizadas al procedimiento de diseño, tienen que ver con la omisión de información que forma parte del diseño estructural de cada componente conforme a la norma AASHTO LRFD.
- Se detectaron algunos casos en los que la normativa para diseño estructural fue aplicada de forma incompleta o incorrecta que podrían afectar el desempeño de la estructura a lo largo de la vida de servicio. Estos casos se detallan en las observaciones generales y específicas dentro del informe
- Las observaciones realizadas sugieren que el proceso de control y aseguramiento de la calidad implementado por parte del diseñador podría no ser suficiente para garantizar la calidad en el contenido de la memoria de cálculo.

Se emiten una serie de recomendaciones dirigidas al contratista encargado de la etapa de diseño del proyecto respecto a la aplicación de la normativa de diseño estructural, así como omisión de la información del procedimiento de diseño.





1. INTRODUCCIÓN

Este informe presenta los resultados de la revisión de la memoria de cálculo del diseño estructural del paso a desnivel frente al acceso a la Universidad de Costa Rica (UCR), sobre la Ruta Nacional n.º 39. Este puente forma parte de una serie de obras para mejorar la movilidad y la conectividad del tramo de la RN39, que va desde la entrada de la Facultad de Derecho de la Universidad de Costa Rica, pasando a través de la Rotonda de La Bandera, hasta llegar a la actual Intersección de Guadalupe. Incluye la construcción de un paso a desnivel frente al acceso a la UCR, dos pasos a desnivel con rotondas en las intersecciones de La Bandera y Guadalupe, un puente peatonal y dos pasos de alcantarilla de cuadro sobre la Quebrada Los Negritos y el Río Torres. Todas estas obras fueron adjudicadas, bajo un mismo contrato para, la etapa de diseño.

El paso a desnivel sobre el acceso a la UCR corresponde a un puente vehicular de tres tramos con superestructura de vigas de concreto presforzado, con bastiones del tipo columnas múltiples y dos pilas también de tipo columnas múltiples, cimentados sobre placas sobre pilotes preexcavados colados en sitio. Además, cuenta con muros de suelo reforzado que contienen los rellenos de los accesos al puente y recubren el cuerpo de los bastiones de la estructura, según se observa en planos.

El Programa de Ingeniería Estructural (PIE) realiza esta revisión ante la solicitud por parte de la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) del LanammeUCR, según consta en el Anexo 1 de este informe.

Este documento es parte de las competencias de la fiscalización de la Red Vial Nacional asignadas al LanammeUCR por medio de la Ley 8114.





2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Presentar el resultado de la revisión de la memoria de cálculo del diseño estructural del paso a desnivel frente al acceso a la Universidad de Costa Rica (UCR), sobre la Ruta Nacional n.º 39.

2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

- a. Comprobar si la memoria de cálculo entregada fue realizada con la normativa especificada en el cartel de licitación y revisar si esta fue aplicada de forma correcta y completa.
- b. Verificar si la información proporcionada, la organización del documento y cálculos incluidos en la memoria de cálculo, permite a un revisor externo experimentando, realizar el seguimiento del procedimiento, las suposiciones y los cálculos utilizados para el diseño estructural.
- c. Presentar conclusiones y recomendaciones.

3. ALCANCE

Este informe presenta los resultados de la revisión de la memoria de cálculo del diseño estructural del paso a desnivel ubicado frente al acceso a la Universidad de Costa Rica (UCR) por la RN 39.

Este informe no incluye la revisión de la estructura de alcantarilla de cuadro sobre el Río Torres. Para la revisión de documentación contractual de este proyecto se obtuvo el cartel de licitación SDP-001-2014 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014).



Dentro de la memoria de cálculo del paso a desnivel frente al acceso a la UCR, se revisaron específicamente los siguientes aspectos:

- El cumplimiento de los requerimientos solicitados en documentos de contratación con respecto a la normativa aplicable para el desarrollo de las memorias de cálculo.
- La aplicación correcta y completa de la normativa para diseño estructural que se especifica en el contrato. Los componentes y elementos del puente considerados en esta revisión son los que se muestran en el Cuadro 1.
- Facilidad para dar seguimiento a los pasos de diseño y a los cálculos realizados.
- Justificación de las suposiciones realizadas para el diseño estructural.

Cuadro 1. Componentes y elementos estructurales considerados en la revisión de la memoria de cálculo del diseño estructural.

Componente	Elemento
Superestructura	Tablero
	Vigas principales
	Diafragmas
Subestructura	Bastiones
	Pilas
	Cimentaciones
	Apoyos
Accesos	Muros de retención

Es importante mencionar que durante el proceso de revisión de la memoria de cálculo no se evaluó la exactitud de los cálculos, ni que el modelado de los elementos estructurales en programas computacionales se hubiera realizado de forma adecuada.





El control y aseguramiento de la calidad de los cálculos y del modelado estructural es responsabilidad del profesional responsable del diseño estructural y por lo tanto se espera que este haya tomado las medidas necesarias para garantizar la confiabilidad en los resultados obtenidos. El Contratista debería entregar a la Administración un plan de control de calidad y un plan de aseguramiento de la calidad del diseño para la revisión y aprobación de la Administración antes del inicio de los trabajos (DeIDOT, 2019). Esta verificación del plan de control y aseguramiento de la calidad por parte del Contratista no se incluye dentro del alcance de este informe.

Cabe mencionar que el alcance de este informe no contempla una revisión detallada del contenido de los planos estructurales del puente. Estos se utilizaron solamente como material de soporte para la revisión de la memoria de cálculo.

4. REVISIÓN DE LA CALIDAD DE LA MEMORIA DE CALCULO

Para verificar la precisión, la consistencia y el contenido mínimo de la información de un diseño es necesario contar con una memoria de cálculo con un grado de calidad mínimo definido contractualmente por la Administración. Entiéndase por calidad como el grado en el que un conjunto de características de un producto o servicio cumple con los requisitos y las necesidades establecidas por el cliente (norma ISO 9000:2015).

Para lograr que el contratista entregue una memoria de cálculo de calidad, la Administración debe especificar en los documentos contractuales un nivel mínimo de calidad de los productos por entregar. Este nivel de calidad requerido puede ser comprobable por el Contratista y la propia Administración a través de un sistema de control y de aseguramiento de la calidad que el mismo Contratista haya implementado para el desarrollo del proyecto.

La normativa de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) a través de las guías consultadas de control y aseguramiento de la calidad del diseño de departamentos de transporte estatales de EEUU (Virginia, Delaware y Washington), define una serie de criterios básicos identificados como buenas prácticas para





verificar la calidad del contenido en el diseño estructural de un puente. Conforme a lo que establecen estas guías estatales una memoria de cálculo debe demostrar la realización de las siguientes acciones:

- 1) Revisar el uso de especificaciones de diseño adecuadas.
- 2) Revisar todos los datos de entrada utilizados en la memoria de cálculo y las fuentes de donde se obtuvieron los mismos.
- 3) Indicar a detalle en cuanto al uso de programas computacionales (datos de entrada y salida).
- 4) Revisar los cálculos matemáticos y de ingeniería.
- 5) Revisar la precisión técnica y gramatical, así como de organización en los documentos entregados.
- 6) Revisar los supuestos realizados para modelar la estructura y las consideraciones de diseño implementadas en el procedimiento de diseño.
- 7) Revisar que las memorias de cálculo muestren de forma transparente y ordenada los pasos necesarios para obtener los resultados de los cálculos y programas computacionales utilizados.
- 8) Comprobar que el diseñador evaluó el problema adecuadamente, aplicó los análisis correctos y asignó personal calificado para realizar las tareas.

Es importante destacar que también es responsabilidad de la Administración, realizar el aseguramiento de calidad de los entregables para el diseño de puentes. Este proceso se utiliza para verificar la idoneidad de los procedimientos de control de calidad que utilizan los profesionales o las empresas adjudicadas para la realización de los diseños (modificado de MnDOT, 2018).





4.1. Criterios considerados para la revisión de la memoria de cálculo.

La normativa de diseño estructural que se especifica en cartel de licitación (ver Anexo 2) y a la cual hace referencia el contratista en la memoria de cálculo, corresponde a *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*. Por lo tanto, para realizar esta revisión, se utilizó como referencia el Apéndice A5 de la norma en su quinta edición (AASHTO LRFD 2010). Este Apéndice muestra el proceso y las consideraciones mínimas a seguir para el diseño de puentes de concreto reforzado y presforzado (ver Anexo 3).

Partiendo de lo que establece el apéndice A5 de AASHTO LRFD 2010, se desarrolló una lista de verificación por componente del puente, según se muestra en el Cuadro 2. El propósito de las listas de verificación es evaluar de manera sistemática el uso correcto y completo de la normativa para el diseño estructural de los diferentes elementos del puente según el componente al que pertenecen, es decir, que el procedimiento de diseño mostrado en la memoria de cálculo incluya todos los procedimientos y la información requerida por dicha norma.

Cuadro 2. Listas de verificación desarrolladas por componente y elementos del puente.

Lista de verificación	Componente del puente	Elemento	Tipo
Diseño del Tablero [AASHTO A5.3]	Superestructura (Tablero)	Tablero	Concreto reforzado
Diseño de las Vigas Principales [AASHTO A5.3]	Superestructura (Vigas de concreto presforzado)	Elementos principales	Vigas principales
		Elementos secundarios	Diafragmas
Diseño de la Subestructura [AASHTO A5.5]	Subestructura	Cuerpo de bastiones y pilas	Columnas múltiples
		Cimentaciones	Placa sobre pilotes
		Apoyos	Elastomérico





Diseño de la Subestructura [AASHTO A5.5]	Accesos	Muros de retención	Muros mecánicamente estabilizados (suelo reforzado)
--	---------	--------------------	---

La revisión consistió en evaluar el grado de cumplimiento del procedimiento de diseño para cada uno de los criterios establecidos en las listas de verificación. El grado de cumplimiento se califica seleccionado uno de tres posibles niveles de cumplimiento: (a) el criterio **SI** se cumple en su totalidad, (b) el criterio se cumple **Parcialmente** o (c) el criterio **NO** se cumple del todo., Se realizaron observaciones específicas para los criterios evaluados cuando No se cumple o cuando se cumple Parcialmente.

Las listas de verificación completas para el paso a desnivel frente al acceso a la UCR se muestran en el Apéndice A de este informe. Asimismo, las observaciones más importantes obtenidas a partir de la revisión se describen en la siguiente sección.

5. RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE LA MEMORIA DE CALCULO

En esta sección se presenta un resumen de las observaciones más importantes que fueron identificadas a partir de la revisión del procedimiento de diseño del paso a desnivel, basadas en los criterios definidos en el Apéndice A5 de la norma AASHTO LRFD (2010) y los criterios de revisión de guías de control y aseguramiento de la calidad del diseño de los departamentos de transporte de Virginia (VDOT), Washington (WSDOT) y Delaware (DeIDOT).

5.1. Observaciones generales

En el contenido general de la memoria de cálculo respecto a la forma de presentar y organizar la información que permite dar seguimiento al documento, se realizan las siguientes observaciones generales:





- a. Las memorias se encuentran desarrolladas utilizando una combinación del idioma español e inglés, algunos datos, variables y tablas se realizan en idioma español y otras en idioma inglés, lo cual no refleja uniformidad en el documento.
- b. La memoria de cálculo utiliza unidades de medida del sistema imperial. Esta situación obligaría a un revisor independiente a realizar las conversiones respectivas en caso de que se necesite validar los cálculos realizados.
- c. Cuando se presentan resultados o datos en forma de tablas o gráficos, no se especifica si la información proviene de una hoja de cálculo o alguno de los programas computacionales de cálculo estructural indicados al inicio de la memoria. Esta situación dificulta el seguimiento de la memoria de cálculo.
- d. No fue posible dar trazabilidad a los datos de entrada utilizados para la realización de los cálculos, así como a las fórmulas utilizadas en el cálculo de los diferentes parámetros mostrados como se indica en las listas de verificación.
- e. En diferentes secciones de la memoria de cálculo, no se especifican las combinaciones de carga que se están analizando para cada estado límite. Esta situación obliga a un tercero a realizar interpretaciones o suposiciones.
- f. En varios apartados de la memoria de cálculo, se muestran tablas con la información recortada, así como tablas de cálculo repetidas, lo que dificulta el seguimiento de la información presentada.

5.2. Observaciones específicas

A continuación, se presenta un resumen de observaciones específicas identificadas a partir de la revisión de la memoria de cálculo, con respecto al contenido del Apéndice A5 la norma AASHTO LRFD 2010. Como se mencionó anteriormente, se realizó una revisión de varios elementos por componente. Los elementos evaluados por componente fueron: Tablero: tablero de concreto, Superestructura: vigas principales, Subestructura: bastiones, pilas, apoyos, y cimentaciones, así como de Accesos: muros de retención.





5.2.1. Tablero de concreto y barreras vehiculares [AASHTO A.5.3]

El contenido y procedimiento mostrado en la memoria de cálculo para el diseño estructural del tablero de concreto se revisó con respecto al contenido del Apéndice A.5.3 de AASHTO. Para ello, se utilizó la lista de verificación que se muestra en el Cuadro B. 1 del Apéndice A de este informe. A partir de dicha revisión es que se hacen las siguientes observaciones:

- a. Las dimensiones indicadas del tipo viga principal no coincide con las dimensiones del tipo de viga utilizada (AASHTO tipo V).
- b. No se verifican los criterios para la aplicabilidad del método aproximado de franjas utilizado en la memoria.
- c. En la memoria de cálculo se indica el uso de los valores de momentos de la Tabla A4-1 del apéndice A4 de la norma AASHTO LRFD. Sin embargo, la memoria de cálculo no brinda evidencia de que se verifican los requerimientos mínimos para poder aplicar dicha tabla.
- d. No se consideró el peso muerto de la barrera vehicular intermedia en el análisis del tablero.
- e. No se indica el nivel de contención de las barreras vehiculares intermedia ni de los extremos.
- f. No hay evidencia dentro de la memoria de cálculo de que se haya revisado la capacidad a cortante en el plano de contacto entre el tablero y la barrera vehicular.
- g. En la comprobación del acero de refuerzo transversal superior de la losa por agrietamiento se determinó que se debe disminuir el espaciamiento propuesto del acero propuesto inicialmente, sin embargo, en la configuración final del acero de refuerzo del tablero no se realiza la disminución de espaciamiento indicada.



5.2.2. Vigas principales y vigas diafragma [AASHTO A.5.3]

El contenido y procedimiento mostrado en la memoria de cálculo para el diseño estructural de las vigas principales también se revisó con respecto al contenido del Apéndice A.5.3 de AASHTO. Para ello se utilizó la lista de verificación que se muestra en el Cuadro B. 2 del Apéndice A de este informe., A partir de dicha revisión es que se hacen las siguientes observaciones

- a. No se incluye la corrección por sesgo de los factores de distribución para cortante y momento del primer y tercer tramo de superestructura que presenta un cierto ángulo, según lo observado en planos.
- b. Se hace referencia a ecuaciones de elementos de concreto presforzados con acero pretensado para el cálculo de pérdida del presfuerzo por acortamiento elástico, cuando aplicaban las ecuaciones de elementos de concreto presforzado con acero postensado
- c. No hay evidencia dentro de la memoria que se hayan verificado las deflexiones en las vigas producto de la carga viva
- d. No hay evidencia dentro de la memoria que se hayan revisado el cálculo de la cantidad mínima del acero de refuerzo transversal colocado.
- e. Se verifican los límites para el espaciamiento del acero de refuerzo convencional de la viga, pero utilizando criterios para elementos de concretos colados en sitio y no de vigas presforzadas con acero postensado.
- f. No se observa en la memoria de cálculo el diseño de las vigas diafragmas, indicadas en los planos y ubicadas en los extremos de cada tramo de superestructura.

5.2.3. Bastiones, apoyos, cimentaciones y muros de retención [AASHTO A.5.5]

El contenido y procedimiento mostrado en la memoria de cálculo para el diseño estructural de los bastiones, dispositivos de apoyos, cimentaciones, así como los muros de retención



de suelo reforzado de los accesos, también se revisaron con respecto al Apéndice A.5.5 de AASHTO. Para ello se utilizó la lista de verificación correspondiente mostrada en el Cuadro B. 3 del Apéndice A de este informe. A partir de dicha revisión es que se hacen las siguientes observaciones:

- a. No se evidencia la revisión de la longitud de asiento mínima de las vigas.
- b. No se evidencia que se haya considerado el efecto de una colisión de un vehículo contra las columnas de las pilas del puente
- c. No se evidencia que se hayan considerado empujes laterales del suelo en el diseño de los bastiones tipo columnas múltiples
- d. No se muestra información sobre cómo se diseñó el acero de refuerzo transversal de los pilotes.
- e. No hay evidencia de que se haya verificado la resistencia soportante del concreto en la zona de los dispositivos de apoyos.
- f. No hay evidencia de que se haya revisado el asentamiento y la estabilidad global del muro de retención de suelo reforzado para el estado límite de servicio.
- g. Las comprobaciones del muro de suelo reforzado colocado delante de los bastiones para contener los rellenos de los accesos del puente, se realizó utilizando como referencia los lineamientos de la publicación de la Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE) y no la norma AASHTO LRFD.
- h. No se aclara como se obtuvieron los valores de coeficientes de empuje activo y la fuerza de sismo aplicada sobre el muro de suelo reforzado colocado delante de los bastiones tipo columna múltiple.





6. CONCLUSIONES

Con base en la revisión de la memoria de cálculo, específicamente en lo que respecta al cumplimiento de los lineamientos de la especificación para diseño de puentes AASHTO LRFD 2010), se llega a las siguientes conclusiones:

- a. En lo que respecta al procedimiento del diseño estructural, la memoria de cálculo del paso a desnivel cumple en términos generales con el contenido y el procedimiento para el diseño de los elementos estructurales de un puente de concreto que establece el Apéndice A5 de la norma AASHTO LRFD 2010
- b. La mayoría de las observaciones realizadas tienen que ver con la omisión parcial o completa de información en la memoria de cálculo sobre el diseño estructural de elementos y que está indicada en la norma AASHTO LRFD 2010. Aunque es posible que algunos de estos aspectos sí se hayan tomado en cuenta en el diseño estructural, la evidencia no existe. Por lo tanto, la omisión de información en la memoria de cálculo dificulta la revisión y el seguimiento por parte de un tercero de su contenido.
- c. Se detectaron algunos casos en los que la normativa para diseño estructural AASHTO LRFD 2010 fue aplicada de forma incompleta o incorrecta. Estos aspectos pueden tener implicaciones en el desempeño de la estructura a lo largo su vida de servicio por lo que se requiere conocer la posición del diseñador al respecto. A continuación, se presentan los aspectos detectados:
 - o Las dimensiones indicadas del tipo viga principal para el diseño del tablero del puente no coincide con las dimensiones del tipo de viga utilizada (AASHTO tipo V).
 - o No se consideró el peso de la barrera vehicular intermedia en el análisis de cargas del tablero.





- En la comprobación del acero de refuerzo transversal superior de la losa por agrietamiento se determinó que se debe disminuir el espaciamiento propuesto del acero propuesto inicialmente, sin embargo, en la configuración final del acero de refuerzo del tablero no se realiza la disminución de espaciamiento indicada.
 - Para el caso de las vigas principales de concreto se hace referencia a ecuaciones de elementos presforzados con acero pretensado en el cálculo de pérdida del presfuerzo por acortamiento elástico, cuando realmente aplicaban las ecuaciones de elementos presforzados con acero postensado
 - En el caso de los bastiones de la subestructura, no se evidencia en la memoria que se hayan considerado empujes laterales del suelo en el diseño de los bastiones del tipo columna múltiple.
- El hecho de que existen observaciones respecto a la aplicación de la normativa de diseño estructural, así como la omisión parcial o completa de la información solicitada y errores de formato del documento, sugiere que el sistema de control y aseguramiento de la calidad que utiliza el diseñador podría no ser suficiente para garantizar la calidad del contenido de la memoria de cálculo. Esta situación reafirma la importancia de que la Administración solicite al diseñador, a través de los documentos contractuales, la entrega de un plan de control y de aseguramiento de la calidad del diseño estructural para su aprobación previa por parte de la Administración.

7. RECOMENDACIONES

Con base en las conclusiones obtenidas a partir de las revisiones realizadas, se recomienda a la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR lo siguiente:

- Reportar a la Administración sobre la omisión parcial o completa de información y los incumplimientos detectados en la memoria de cálculo del proyecto. Esta





situación reafirma la importancia de que el contratista debe contar con un sistema para control y aseguramiento de la calidad de las memorias de cálculo. Este proceso se puede facilitar si desde un inicio la Administración especifica en los documentos contractuales, la entrega, por parte del contratista de un plan de control y aseguramiento de la calidad para su debida aprobación por la Administración previo al inicio del proyecto.

- Solicitar al diseñador una aclaración de los siguientes aspectos:
 - Por qué en el diseño del tablero (sección en voladizo) se utilizaron dimensiones de viga distintas a las dimensiones estándar de una viga AAHSTO tipo.
 - La razón de no incorporar dentro del análisis del tablero el peso de la barrera vehicular intermedia.
 - Por qué no se realizó el ajuste en el espaciamiento del acero de refuerzo transversal superior de la losa por agrietamiento como se determinó en la memoria de cálculo.
 - Por qué no se incluyó la corrección por sesgo de los factores de distribución para cortante y momento del primer y tercer tramo de superestructura que aparentan tener un cierto ángulo (según se aprecia en planos) aunque no se indica un valor en los mismos.
 - Aclarar por qué se utilizaron ecuaciones de elementos pretensados en el cálculo de pérdidas del presfuerzo por acortamiento elástico en las vigas postensadas.
 - Por qué se utilizan los criterios de elementos de concretos colados in situ para verificar el espaciamiento mínimo del acero de refuerzo de vigas presforzadas prefabricadas.





- La razón de no haber considerado en el diseño el efecto de una colisión de un vehículo contra las columnas de las pilas del puente que se encuentran a un lado de los carriles de circulación
 - Por qué no se consideró en el diseño de los bastiones de tipo columnas múltiples el efecto de la carga de empuje lateral del suelo.
 - La razón de no haber considerado la revisión de la resistencia factorizada del concreto en la zona de los dispositivos de apoyos.
 - Por qué se utilizó como referencia los lineamientos de la publicación de la Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE) y no la norma AASHTO LRFD para la verificación del diseño del muro de suelo reforzado colocado delante de los bastiones para contener los rellenos de los accesos del puente.
- Solicitar al diseñador que presente la siguiente información:
- El nivel de contención considerado en el diseño de las barreras vehiculares intermedia y de los extremos.
 - La revisión de la capacidad a cortante a través del plano de contacto entre el tablero y la barrera vehicular.
 - El detalle del cálculo de las deflexiones esperadas en las vigas de concreto presforzado producidas por la carga viva.
 - La revisión de la cantidad mínima del acero de refuerzo transversal colocado en las vigas de concreto presforzado.
 - El detalle del cálculo para el diseño de los diafragmas en los extremos de cada tramo de la superestructura, el acero de confinamiento colocado en la zona bajo los apoyos y el acero transversal de los pilotes.





- El cálculo detallado de las pérdidas de presfuerzo consideradas en el diseño de las vigas principales y los límites de esfuerzos considerados en el concreto antes y después de las pérdidas.
- El detalle del cálculo de la resistencia nominal a flexión de las vigas principales, así como el espaciamiento del acero de refuerzo para cumplir con los criterios de control de agrietamiento.
- La revisión de los límites máximo y mínimo para el acero de refuerzo a cortante de las vigas, así como el diseño del acero de refuerzo transversal en estos elementos.
- La revisión del asentamiento y la estabilidad global del muro de suelo reforzado frente a los bastiones para el estado límite de servicio.
- El cálculo detallado de la fuerza de sismo que actúa sobre el muro de suelo reforzado colocado delante de los bastiones y que soportan el empuje lateral del suelo en los accesos del puente.
- El detalle del cálculo para el diseño de los muros de suelo reforzado colocado en los bastiones para contener los rellenos de los accesos del puente, utilizando los criterios que se indican en la norma AASHTO LRFD para los muros mecánicamente estabilizados (MSE, por sus siglas en inglés)





8. REFERENCIAS

American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO. (2010). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications. Fifth Edition*. Washington D.C: AASHTO.

Euroestudios S.L. (2015). Proyecto de las intersecciones de la Bandera y Guadalupe, San José, Costa Rica. Proyecto de diseño de detalle. Anexo 08: Estructuras. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del PITRA-LanammeUCR.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). SDP-001-2014 Ingeniería para el diseño de detalle, presupuesto, pliegos de especificaciones técnicas y documentos para licitación de las intersecciones Garantías Sociales, La Bandera-UCR y Guadalupe. San José, Costa Rica. Documento recuperado de <https://www.ungm.org/Public/Notice/27941>

The Federal Highway Administration [FHWA]. (2011). Guidance on Quality Control and Quality Assurance (QC/QA) in Bridge Design. Documento recuperado de <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/h0817.pdf>

Western, K (2017). Bridge Quality Management. [PDF]. Minnesota Department of Transportation, MnDOT. MnDOT Bridge Design Workshop presentations. Disponible en: <https://www.dot.state.mn.us/bridge/lrfd.html>

Virginia Department of Transportation [VDOT] (2012). Minimum Requirements for Quality Assurance and Quality Control on Design Build and Public-Private Transportation Act Projects. [PDF]. VDOT Location and Design Division. Disponible en: https://www.virginiadot.org/business/resources/PPTA/Minimum_Requirements_for_QA-QC_-_January_2012.pdf





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Anexo 1. Solicitud para la revisión de las memorias de cálculo del proyecto.



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
2021 BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

From: Francisco Fonseca <francisco.fonseca@ucr.ac.cr>
Sent: Monday, May 24, 2021 1:04 PM
To: rolando.castillo@ucr.ac.cr
Cc: 'Fiorella Murillo' <fiorella.murillo@ucr.ac.cr>; 'Luis Carlos Alfaro Monge' <luis.alfaromonge@ucr.ac.cr>; 'Wendy Sequeira Rojas' <wendy.sequeira@ucr.ac.cr>
Subject: Información estructural de la Bandera

Hola Rolando como estas? Hable con Luis Carlos sobre el tema de las memorias de cálculo de Taras y parece que todavía falta un poco para que nos las hagan llegar por lo que te quería solicitar que nos colaboraran con la revisión de las memorias de cálculo de la Bandera. En el siguiente Link se encuentra la información estructural. En caso de que consideren que se requiere información adicional, no duden en indicarlo.

[\\pascal\publico\Fiorella Murillo\La Bandera](#)

Saludos,



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Francisco Fonseca Chaves

Auditor Técnico

Unidad Auditoría Técnica

+506 2511-2545 | +506 2511-2500

francisco.fonseca@ucr.ac.cr



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
2021 BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Anexo 2. Lista de normativa exigida al contratista como parte del cartel de licitación SDP-001-2014



ANIVERSARIO
LanammeUCR



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
2021 BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



A continuación, se detalla la lista de normativa exigida al contratista, en el cartel de licitación, tal y como se detalla según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014):

- a. “Especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes (CR-2010)”.
- b. El código de construcción – Costa Rica – Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos – CFIA.
- c. La norma “AASHTON LRFD Bridge Design Specifications”, de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), edición 2010 o última version.
- d. El documento titulado “Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial”, contiene las disposiciones generales emitidas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).
- e. Manual de construcción para caminos, carreteras y puentes (MC-2012).
- f. Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes.
- g. El Código de Cimentaciones de Costa Rica, edición 2009.
- h. Las Normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras y demás disposiciones contractuales.
- i. Manual de diseño estándar para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (DE-2010) o última versión.
- j. Reglamento de disposiciones de seguridad para protección de obras, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 103 del 30 de mayo de 1997, Decreto No. 26041-MOPT.
- k. Manual técnico de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías”.
- l. Dispositivos obligatorios de visualización de MOPT.
- m. Manual Centroamericano de Gestión de Riesgo en Puentes, Edición 2010.
- n. Manual Centroamericano de Normas para Diseño Geométrico de carreteras (SIECA, 3ª. Edición – 2011).
- o. Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2000).



- p. Pesos y Dimensiones, Decreto No. 33773-MOPT, publicado en La Gaceta No. 99 de fecha 24 de mayo de 2007 y sus modificaciones
- q. Componentes de seguridad vial, implementación regulada mediante Decreto Ejecutivo No. 33148 y publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 100 del 25 de mayo de 2006.
- r. Normas y diseños para la construcción de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial.





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Anexo 3.
Apéndice A5 de la norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications
Fifth Edition, 2010



ANIVERSARIO
LanammeUCR



Año de las Universidades Públicas
por la conectividad como
derecho humano universal
2021 BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



APPENDIX A5—BASIC STEPS FOR CONCRETE BRIDGES

A5.1—GENERAL

This outline is intended to be a generic overview of the design process using the simplified methods for illustration. It should not be regarded as complete, nor should it be used as a substitute for a working knowledge of the provisions of this section.

A5.2—GENERAL CONSIDERATIONS

- A. Design Philosophy (1.3.1)
- B. Limit States (1.3.2)
- C. Design Objectives and Location Features (2.3) (2.5)

A5.3—BEAM AND GIRDER SUPERSTRUCTURE DESIGN

- A. Develop General Section
 - 1. Roadway Width (Highway-Specified)
 - 2. Span Arrangements (2.3.2) (2.5.4) (2.5.5) (2.6)
 - 3. Select Bridge Type
- B. Develop Typical Section
 - 1. Precast P/S Beams
 - a. Top Flange (5.14.1.2.2)
 - b. Bottom Flange (5.14.1.2.2)
 - c. Webs (5.14.1.2.2)
 - d. Structure Depth (2.5.2.6.3)
 - e. Minimum Reinforcement (5.7.3.3.2) (5.7.3.4)
 - f. Lifting Devices (5.14.1.2.3)
 - g. Joints (5.14.1.3.2)
 - 2. CIP T-Beams and Multiweb Box Girders (5.14.1.5)
 - a. Top Flange (5.14.1.5.1a)
 - b. Bottom Flange (5.14.1.5.1b)
 - c. Webs (5.14.1.5.1c)
 - d. Structure Depth (2.5.2.6.3)
 - e. Reinforcement (5.14.1.5.2)
 - (1) Minimum Reinforcement (5.7.3.3.2) (5.7.3.4)
 - (2) Temperature and Shrinkage Reinforcement (5.10.8)
 - f. Effective Flange Widths (4.6.2.6)
 - g. Strut-and-Tie Areas, if Any (5.6.3)
- C. Design Conventionally Reinforced Concrete Deck
 - 1. Deck Slabs (4.6.2.1)
 - 2. Minimum Depth (9.7.1.1)
 - 3. Empirical Design (9.7.2)
 - 4. Traditional Design (9.7.3)
 - 5. Strip Method (4.6.2.1)
 - 6. Live Load Application (3.6.1.3.3) (4.6.2.1.5)
 - 7. Distribution Reinforcement (9.7.3.2)
 - 8. Overhang Design (A13.4) (3.6.1.3.4)
- D. Select Resistance Factors
 - Strength Limit State (Conventional) (5.5.4.2.1)
- E. Select Load Modifiers
 - 1. Ductility (1.3.3)
 - 2. Redundancy (1.3.4)
 - 3. Operational Importance (1.3.5)
- F. Select Applicable Load Combinations and Load Factors (3.4.1, Table 3.4.1-1)
- G. Calculate Live Load Force Effects
 - 1. Live Loads (3.6.1) and Number of Lanes (3.6.1.1.1)
 - 2. Multiple Presence (3.6.1.1.2)
 - 3. Dynamic Load Allowance (3.6.2)
 - 4. Distribution Factor for Moment (4.6.2.2.2)



- a. Interior Beams with Concrete Decks (4.6.2.2.2b)
- b. Exterior Beams (4.6.2.2.2d)
- c. Skewed Bridges (4.6.2.2.2e)
5. Distribution Factor for Shear (4.6.2.2.3)
 - a. Interior Beams (4.6.2.2.3a)
 - b. Exterior Beams (4.6.2.2.3b)
 - c. Skewed Bridges (4.6.2.2.3c, Table 4.6.2.2.3c-1)
6. Reactions to Substructure (3.6)
- H. Calculate Force Effects from Other Loads as Required
- I. Investigate Service Limit State
 1. P/S Losses (5.9.5)
 2. Stress Limitations for P/S Tendons (5.9.3)
 3. Stress Limitations for P/S Concrete (5.9.4)
 - a. Before Losses (5.9.4.1)
 - b. After Losses (5.9.4.2)
 4. Durability (5.12)
 5. Crack Control (5.7.3.4)
 6. Fatigue, if Applicable (5.5.3)
 7. Deflection and Camber (2.5.2.6.2) (3.6.1.3.2) (5.7.3.6.2)
- J. Investigate Strength Limit State
 1. Flexure
 - a. Stress in P/S Steel—Bonded Tendons (5.7.3.1.1)
 - b. Stress in P/S Steel—Unbonded Tendons (5.7.3.1.2)
 - c. Flexural Resistance (5.7.3.2)
 - d. Limits for Reinforcement (5.7.3.3)
 2. Shear (Assuming No Torsional Moment)
 - a. General Requirements (5.8.2)
 - b. Sectional Design Model (5.8.3)
 - (1) Nominal Shear Resistance (5.8.3.3)
 - (2) Determination of β and θ (5.8.3.4)
 - (3) Longitudinal Reinforcement (5.8.3.5)
 - (4) Transverse Reinforcement (5.8.2.4) (5.8.2.5) (5.8.2.6) (5.8.2.7)
 - (5) Horizontal Shear (5.8.4)
- K. Check Details
 1. Cover Requirements (5.12.3)
 2. Development Length—Reinforcing Steel (5.11.1) (5.11.2)
 3. Development Length—Prestressing Steel (5.11.4)
 4. Splices (5.11.5) (5.11.6)
 5. Anchorage Zones
 - a. Post-Tensioned (5.10.9)
 - b. Pretensioned (5.10.10)
 6. Ducts (5.4.6)
 7. Tendon Profile Limitation
 - a. Tendon Confinement (5.10.4)
 - b. Curved Tendons (5.10.4)
 - c. Spacing Limits (5.10.3.3)
 8. Reinforcement Spacing Limits (5.10.3)
 9. Transverse Reinforcement (5.8.2.6) (5.8.2.7) (5.8.2.8)
 10. Beam Ledges (5.13.2.5)

A5.4—SLAB BRIDGES

Generally, the design approach for slab bridges is similar to beam and girder bridges with some exceptions, as noted below.

- A. Check Minimum Recommended Depth (2.5.2.6.3)
- B. Determine Live Load Strip Width (4.6.2.3)
- C. Determine Applicability of Live Load for Decks and Deck Systems (3.6.1.3.3)
- D. Design Edge Beam (9.7.1.4)
- E. Investigate Shear (5.14.4.1)
- F. Investigate Distribution Reinforcement (5.14.4.1)



- G. If Not Solid
1. Check if Voided Slab or Cellular Construction (5.14.4.2.1)
 2. Check Minimum and Maximum Dimensions (5.14.4.2.1)
 3. Design Diaphragms (5.14.4.2.3)
 4. Check Design Requirements (5.14.4.2.4)

A5.5—SUBSTRUCTURE DESIGN

- A. Establish Minimum Seat Width
- B. Compile Force Effects Not Compiled for Superstructure
1. Wind (3.8)
 2. Water (3.7)
 3. Effect of Scour (2.6.4.4.2)
 4. Ice (3.9)
 5. Earthquake (3.10) (4.7.4)
 6. Temperature (3.12.2) (3.12.3) (4.6.6)
 7. Superimposed Deformation (3.12)
 8. Ship Collision (3.14) (4.7.5)
 9. Vehicular Collision (3.6.5)
 10. Braking Force (3.6.4)
 11. Centrifugal Force (3.6.3)
 12. Earth Pressure (3.11)
- C. Analyze Structure and Compile Load Combinations
1. Table 3.4.1-1
 2. Special Earthquake Load Combinations (3.10.8)
- D. Design Compression Members (5.7.4)
1. Factored Axial Resistance (5.7.4.4)
 2. Biaxial Flexure (5.7.4.5)
 3. Slenderness Effects (4.5.3.2.2) (5.7.4.3)
 4. Transverse Reinforcement (5.7.4.6)
 5. Shear (Usually EQ and Ship Collision Induced) (3.10.9.4.3)
 6. Reinforcement Limits (5.7.4.2)
 7. Bearing (5.7.5)
 8. Durability (5.12)
 9. Detailing (As in Step A5.3K) and Seismic (5.10.11)
- E. Design Foundations (Structural Considerations)
1. Scour
 2. Footings (5.13.3)
 3. Abutments (Section 11)
 4. Pile Detailing (5.13.4)



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Apéndice A.
Listas de verificación para la revisión del procedimiento de
diseño del puente sobre el Río Ciruelas con respecto al
Apéndice A5 de AASHTO LRFD 2010.





Cuadro B. 1. Verificación de la calidad del diseño del paso a desnivel frente al acceso a la UCR – diseño del tablero.

DISEÑO DEL TABLERO [AASHTO A5.3]			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
C. Diseño convencional de un tablero de concreto reforzado:			
1	¿Se definen todas las cargas permanentes de diseño (DC)? [3.5.1]	Parcialmente	- No se indican dimensiones ni carga muerta de la barrera de concreto intermedia que divide el sentido de los carriles de circulación en el tablero.
5	¿Se realiza un método aproximado para el análisis estructural del tablero (método de franjas)? [4.6.2.1]	Si	Se utiliza una edición más antigua de la normativa AASHTO LRFD, que la indicada en las especificaciones del cartel de licitación.
	¿Se verifica la aplicabilidad del método aproximado implementado en el análisis? [4.6.2.1]	No	No se demuestra la aplicabilidad del método aproximado de franjas.
6	¿Se verifica la carga viva vehicular aplicable según el caso de estudio? [3.6.1.3.3]	Parcialmente	- Se utilizan los momentos de carga viva vehicular del Tabla A4-1 para tramos interiores, aunque no se verifican los requisitos para la utilización de los datos. - No se indica de donde proviene la distancia a la sección de diseño utilizada en los cálculos del diseño del voladizo [A4.6.2.1.6].
	¿Se determinan los anchos de franjas equivalentes para aplicar la distribución de la carga viva vehicular? [4.6.2.1.5]	Si	
7	¿Se calcula el acero de refuerzo de distribución requerido en la dirección longitudinal del tablero? [9.7.3.2]	Si	



DISEÑO DEL TABLERO [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
C. Diseño convencional de un tablero de concreto reforzado:			
8	¿Se aplican los casos de carga necesarios para el diseño del voladizo del tablero? [A13.4.1]	Parcialmente	<ul style="list-style-type: none"> - No se indica cómo se obtiene la capacidad de momento en la base de la barrera de concreto. - Las dimensiones consideradas de las vigas principales para el diseño del voladizo, no coinciden con el tipo de vigas a colocar indicadas en planos (AASHTO tipo V). - No se indican los factores de carga aplicados según la combinación de carga analizada para el diseño del voladizo. - No se indica de donde proviene la ecuación utilizada para el cálculo de la fuerza de tensión "T" que se transfiere en el voladizo por impacto en la barrera.
	¿Está definido el tipo de barrera vehicular, las propiedades geométricas y las fuerzas de diseño? [13.7.2] [A13.2]	Parcialmente	<ul style="list-style-type: none"> - No se indica el nivel de contención (TL) de las barreras vehiculares colocadas en los extremos del tablero. - No se indica el nivel de contención (TL), propiedades geométricas y fuerzas de diseño de la barrera vehicular intermedia que divide el sentido de los carriles de circulación en el tablero.
	¿Se calcula la resistencia nominal de la barrera vehicular a las cargas transversales, las cuales son transmitidas al voladizo? [A13.3.1]	Parcialmente	<ul style="list-style-type: none"> - No se explica cómo se obtuvieron los datos de entrada utilizados en el cálculo de las cargas que se transfieren de la barrera a la losa en voladizo, definidos en las ecuaciones A13.13.1-1 y A13.13.1-2 de la norma.
	¿Se consideran los criterios para aplicar la carga viva de diseño al voladizo del tablero? [3.6.1.3.1] [3.6.1.3.4]	Si	



DISEÑO DEL TABLERO [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
D. Selección de factores de resistencia:			
1	¿Se definen los factores de resistencia para el estado límite de resistencia? [5.5.4.2.1]	Si	
E. Selección de modificadores de carga:			
1,2,3	¿Se definen los modificadores de carga para el estado límite de resistencia? [1.3.3] [1.3.4] [1.3.5]	Si	
F. Selección de combinaciones y factores de carga:			
1	¿Se definen las combinaciones de carga de los estados límite a considerar y los factores de carga correspondientes? [3.4.1]	Parcialmente	Cuando se indican los factores de carga a utilizar no se establece a que estado limite corresponden. No se aclara la combinación de carga que se está revisando.
G. Cálculo de los efectos por carga viva:			
1	¿Se definen las cargas vivas de diseño (LL) que actúan sobre la estructura? [3.6.1]	Si	
2	¿Se definen los factores de presencia múltiple a aplicar según el número de carriles cargados? [3.6.1.1.2]	Si	
3	¿Se define el factor de amplificación dinámica (IM) aplicable al componente y estado límite considerado? [3.6.2]	Si	



DISEÑO DEL TABLERO [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
I. Estado límite de servicio:			
1	En el sistema de elementos presforzados del tablero, ¿Se definen las pérdidas del presfuerzo? [5.9.5]	Parcialmente	No se indica cómo se obtiene el porcentaje de las pérdidas de presfuerzo incluidas en el cálculo, y cuáles son las pérdidas que fueron consideradas.
2	En el sistema de elementos presforzados del tablero, ¿se revisan los límites de esfuerzos de los cables de presfuerzo? [5.9.3]	Parcialmente	No se indica el tipo de cable de presfuerzo de las losetas prefabricadas ni las fórmulas indicadas en la Tabla 5.9.3-1 de la norma para obtener los límites del acero de presfuerzo.
3a	En el sistema de elementos presforzados del tablero, ¿se revisan los límites de esfuerzos del concreto antes de las pérdidas? [5.9.4.1]	Si	No se indica la ecuación de la Tabla 5.9.4.1.2-1 en la norma AASHTO utilizada para obtener el límite del esfuerzo en el concreto antes de las pérdidas del presfuerzo
3b	En el sistema de elementos presforzados del tablero, ¿se revisan los límites de esfuerzos del concreto después de las pérdidas? [5.9.4.2]	Si	No se indica la ecuación de la Tabla 5.9.4.2.1-1 o Tabla 5.9.4.2.2-1 en la norma AASHTO utilizada para obtener el límite del esfuerzo en el concreto después de las pérdidas del presfuerzo
5	¿Se verifica el espaciamiento requerido del acero de refuerzo para el control de agrietamiento? [5.7.3.4]	Parcialmente	Se revisa el acero de refuerzo para momento negativo y se determina que se debe reducir el espaciamiento del refuerzo, sin embargo, esto no se aplica en la configuración final del acero de refuerzo de la losa.
J. Estado límite de resistencia:			
1 Flexión:			
1a	En el caso que existan elementos de concreto presforzado, ¿se calcula el esfuerzo promedio en el acero de presfuerzo, según el tipo de cable? [5.7.3.1]	Parcialmente	No se aclara como se obtiene el dato del esfuerzo en el acero de presfuerzo para la verificación de la capacidad a flexión de los paneles presforzados prefabricados del tablero.



DISEÑO DEL TABLERO [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
1	Flexión:		
1c	¿Se determina la resistencia nominal a flexión del tablero y se comprueba que sea suficiente? [5.7.3.2]	Si	
	¿Se determina la resistencia nominal a flexión negativa del voladizo del tablero y se comprueba que sea suficiente? [5.7.3.2]	Si	
1d	¿Se verifican los límites del acero de refuerzo y/o presfuerzo para la resistencia a flexión? [5.7.3.3]	Si	
2	Cortante:		
2b (5)	¿Se revisa la transferencia de cortante a través del plano de contacto entre el tablero y la barrera vehicular? [5.8.4]	No	No se evidencia la comprobación de la capacidad nominal a cortante en la interface barrera de concreto – tablero.
K.	Revisión del detallado:		
1	¿Se provee el recubrimiento necesario para proteger el acero de refuerzo y/o presfuerzo del tablero? [5.12.3]	Si	
2	¿Se calcula la longitud de desarrollo de las barras adicionales colocadas en el voladizo del tablero? [5.11.1.2] [5.11.2.1.1]	Si	
4	¿Se definen los empalmes por traslape de las barras de acero de refuerzo del tablero? [5.11.5]	No	No se evidencia la verificación de los criterios definidos en la sección de AASHTO.
8	¿Se revisan los límites para el espaciamiento del acero de refuerzo? [5.10.3.1] [5.10.3.2]	Si	La distribución del acero de refuerzo cumple con los criterios de la norma, pero no se evidencia la comprobación de estos dentro de la memoria.



Cuadro B. 2. Verificación de la calidad del procedimiento de diseño del paso a desnivel frente al acceso a la UCR – diseño de las vigas principales.

DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES [AASHTO A5.3]			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
B.	Definición de la sección típica:		
1	Vigas de concreto presforzado:		
1a,1b,1c	¿Se verifica que la sección de la viga utilizada cumpla con los espesores mínimos? [5.14.1.2.2]	Si	
1e	¿Se revisan los criterios de acero de refuerzo mínimo de la viga? [5.7.3.3.2][5.7.3.4]	Si	
D.	Selección de factores de resistencia:		
1	¿Se definen los factores de resistencia para el estado límite de resistencia? [5.5.4.2.1]	Si	
E.	Selección de modificadores de carga:		
1,2,3	¿Se definen los modificadores de carga para el estado límite de resistencia? [1.3.3] [1.3.4] [1.3.5]	Si	
F.	Selección de combinaciones y factores de carga:		
1	¿Se definen las combinaciones de carga de los estados límite a considerar y los factores de carga correspondientes? [3.4.1]	No	No se indica cuales combinaciones de carga por estado límite fueron consideradas en el análisis estructural.



DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
G. Cálculo de los efectos por carga viva:			
1	¿Se definen las cargas vivas de diseño (LL) que actúan sobre la estructura y el número de carriles de diseño? [3.6.1]	Parcialmente	No se indica la carga viva vehicular utilizada para el cálculo de los esfuerzos máximo de las vigas.
2	¿Se definen los factores de presencia múltiple a aplicar según el número de carriles cargados? [3.6.1.1.2]	Si	Se definen los factores de presencia múltiple a utilizar aunque en la memoria no se indica claramente cuando se aplican los factores de presencia múltiple.
3	¿Se define el factor de amplificación dinámica (IM) aplicable al componente y estado límite considerado? [3.6.2]	Si	Se define el factor de amplificación dinámica a utilizar aunque en la memoria no se indica claramente cuando se aplica el factor a las cargas.
4	¿Se calculan los factores de distribución para el momento producido por carga viva? [4.6.2.2.2]	Parcialmente	- En la memoria no se considera un factor de corrección por ángulo de sesgo de la superestructura. Aunque según se observa en planos, el primer y tercer tramo de superestructura cuentan con un ángulo de sesgo aparente ya que tampoco se indica en planos.
5	¿Se calculan los factores de distribución para el cortante producido por carga viva? [4.6.2.2.3]	Parcialmente	- AASHTO LRFD indica que si el ángulo de sesgo es menor que 30 ° el factor de corrección para momento es igual cero. [4.6.2.2.2e] - AASHTO LRFD indica que para cortante el factor de corrección es aplicable para ángulo de sesgo de 0° a 60° [4.6.2.2.3c].
6	¿Se obtienen las reacciones transmitidas por la superestructura hacia la subestructura? [3.6]	Si	
H. Cálculo de los efectos por otras fuerzas:			
1	¿Se realiza el cálculo de los efectos de otras fuerzas adicionales, según se requiera?	Si	Las otras fuerzas consideradas son: fuerza frenado, retracción, flujo plástico, temperatura, viento.



DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
I. Estado límite de servicio:			
1	¿Se definen las pérdidas de presfuerzo consideradas en los cálculos? [5.9.5]	Parcialmente	Aunque se detallan las pérdidas consideradas en la memoria, se omite la fuente para los datos de pérdidas por fricción y anclaje. Se hace referencia a ecuaciones para elementos presforzados con acero pretensado [C5.9.5.2.3a-1] para el cálculo de pérdidas por acortamiento elástico en la etapa inicial del presforzado.
2	¿Se definen los límites de esfuerzos de tensión en los tendones de presfuerzo? [5.9.3]	Si	
3	¿Se definen los límites de esfuerzos en el concreto antes y después de las pérdidas? [5.9.4]	Si	Se incluye la revisión del criterio, pero en la memoria no se hace referencia a la fórmula de AASHTO utilizada para el cálculo antes [Tabla 5.9.4.1.2-1] y después [Tabla 5.9.4.2.1-1] [Tabla 5.9.4.2.2-1] de las pérdidas del presfuerzo
5	¿Se verifica el espaciamiento requerido del acero de refuerzo para el control de agrietamiento? [5.7.3.4]	Si	
6	¿Se revisa el estado límite de fatiga para el acero de refuerzo, siempre que este sea aplicable? [5.5.3.1]	NA	No se explica en la memoria de cálculo porque no se revisa este criterio.
7	¿Se verifica que las deflexiones en las vigas producidas por la carga viva estén dentro de límite establecido? [2.5.2.6.2] [3.6.1.3.2] [5.7.3.6.2]	No	No se observa evidencia de la verificación del criterio de la norma en la memoria.



DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES [AASHTO A5.3] – (cont.)

Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
J.	Estado límite de resistencia:		
1	Flexión:		
1a, 1b	¿Se calcula el esfuerzo promedio en el acero de presfuerzo, de acuerdo con el tipo de tendón utilizado? [5.7.3.1]	Parcialmente	Se incluye el dato en la memoria, pero se omite la fórmula y fuente de datos para obtenerlo.
1c	¿Se determina la resistencia nominal a flexión de las vigas principales y se comprueba que sea suficiente? [5.7.3.2]	Parcialmente	Se incluye la revisión del criterio en las memorias, pero en la memoria de cálculo no se hace referencia a la sección de AASHTO o a la fórmula de AASHTO utilizada
1d	¿Se verifican los límites del acero de refuerzo y/o presfuerzo para la resistencia a flexión? [5.7.3.3]	Parcialmente	Se incluye la revisión en las memorias, pero se omite la fuente de la fórmula para el cálculo del momento de agrietamiento, "M _{cr} ". No se indica de donde proviene el momento de diseño utilizado para la comprobación del acero de refuerzo a flexión.
2	Cortante:		
2a	¿Se revisa el criterio para considerar los efectos del momento factorado de torsión? [A5.8.2]	Si	
2b (1)	¿Se obtiene la resistencia nominal a cortante como el menor de los dos valores calculados? [5.8.3.3]	Si	
2b (2)	¿Se determinan los parámetros β y θ para el cálculo de la resistencia a cortante en la sección considerada? [5.8.3.4]	Si	





DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
J.	Estado límite de resistencia:		
2	Cortante:		
2b (3)	¿Se verifica que en cada sección del elemento que el refuerzo longitudinal colocado es suficiente para resistir la tensión adicional generada por la fuerza cortante? [5.8.3.5]	Parcialmente	No queda claro cómo se realiza la verificación en los datos tabulados en las memorias ni las ecuaciones utilizadas de la norma AASHTO
2b (4)	¿Se revisa el límite mínimo permitido para el refuerzo transversal? [5.8.2.5]	Parcialmente	No queda claro cómo se realiza la verificación en los datos tabulados en las memorias ni las ecuaciones utilizadas de la norma AASHTO
	¿Se revisa el espaciamiento máximo permitido para el refuerzo transversal? [5.8.2.7]	Parcialmente	No queda claro cómo se realiza la verificación en los datos tabulados en las memorias ni las ecuaciones utilizadas de la norma AASHTO
2b (5)	¿Se revisa la transferencia de cortante a través del plano de contacto entre la viga y el tablero? [5.8.4]	No	No se evidencia la comprobación de la capacidad nominal a cortante en la interface viga de concreto – tablero.
K.	Revisión del detallado:		
1	¿Se cumple con el recubrimiento necesario para proteger el acero de refuerzo y/o presfuerzo de las vigas principales? [5.12.3]	Si	Se cumple con los requerimientos de AASHTO [Tabla 5.12.3-1], pero en la memoria de cálculo no se hace referencia a esta tabla o al criterio empleado para elegir el recubrimiento.



DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES [AASHTO A5.3] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
K.	Revisión del detallado:		
4	¿Se definen los empalmes por traslape de las barras de acero de refuerzo de las vigas principales? [5.11.5]	No	No hay evidencia de esta revisión.
5a	¿Se diseña el acero de refuerzo para las zonas de anclaje en la viga para el acero postensado? [5.10.9]	Parcialmente	No se evidencia bajo que método de diseño se realiza la comprobación de la zona general y local del anclaje
6	¿Se indica en los cálculos el material y el tamaño del ducto, así como la configuración del perfil dentro de la viga? [5.4.6]	Parcialmente	Se incluye la configuración del perfil de los ductos dentro la viga, pero no se indica el tipo de material y tamaño de los ductos del acero de presfuerzo.
7a	¿Se considera en el diseño el acero de refuerzo transversal para confinamiento de los tendones de acero postensado? [5.10.4.3]	Si	
8	¿Se verifican los límites para el espaciamiento del acero de refuerzo convencional de la viga? [5.10.3.1] [5.10.3.2]	Parcialmente	Se revisa el criterio para elementos de concretos colados en sitio, pero no se utiliza el criterio para elementos presforzados con acero pretensado [5.10.3.1.2]
	¿Se verifican los límites para el espaciamiento de los ductos de postensado dentro de la viga? [5.10.3.3.2]	Parcialmente	Se cumple con los requerimientos mínimos indicados en la norma, pero la comprobación no se muestra en la memoria.
10	¿Se muestran los cálculos y consideraciones para el diseño de los elementos secundarios (diafragmas)? [5.13.2.2]	No	No se evidencia el diseño de las vigas diafragma en los extremos de cada tramo, según lo observado en planos.



Cuadro B. 3. Verificación de la calidad del procedimiento de diseño del paso a desnivel frente al acceso a la UCR – diseño de subestructura.

DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA [AASHTO A5.5] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
A.	Longitud de asiento mínima:		
1	¿Se verifica la longitud de asiento mínima de las vigas sobre los bastiones? [4.7.4.4]	No	No existe evidencia de la comprobación del criterio en la memoria
B.	Cálculo de los efectos de fuerzas no calculados para la superestructura:		
1	¿Se analiza el efecto de la carga de viento sobre la estructura? [3.8]	Si	
5	¿Se analiza el efecto de la fuerza de sismo y los requerimientos mínimos de diseño? [3.10] [4.7.4]	Parcialmente	- Se utilizó el programa de análisis estructural LEAP® Bridge V8i para el análisis de la combinación de carga por sismo y las resultantes en las columnas de los bastiones y pilas a través de un análisis dinámico P-delta. - Se utiliza un factor de modificación de respuesta igual a 5.0 (de categoría operacional “otro”), pero no se aclara la razón de haber considerado esta categoría para la estructura.
6	¿Se analiza el efecto de las fuerzas inducidas por deformación térmica? [3.12.2]	Si	
7	¿Se considera dentro del análisis el efecto de otras fuerzas inducidas por deformaciones superpuestas? [3.12.4] [3.12.5] [3.12.7]	Si	Se consideran los efectos por retracción y flujo plástico del concreto.



DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA [AASHTO A5.5] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
B. Cálculo de los efectos de fuerzas no calculados para la superestructura:			
9	¿Es considerado el efecto de la fuerza por colisión vehicular en las subestructuras? [A3.6.5]	No	No se evidencia la comprobación del efecto de la fuerza por colisión contra las pilas
10	¿Se incluye la fuerza de frenado en las consideraciones de la carga vehicular? [3.6.4]	Si	
12	¿Se establecen las presiones laterales del suelo que actúan sobre los bastiones? [3.11.5]	Parcialmente	Se considera las presiones laterales del suelo en el sistema de muro de suelo reforzado por delante del bastión, sin embargo, no se evidencia que se hayan considerado empujes laterales del suelo en el diseño de los bastiones tipo columna múltiple que se encuentran también en contacto con el relleno de aproximación, según lo observado en planos.
	¿Se analiza el efecto de una sobrecarga sobre el material retenido detrás de los bastiones? [3.11.6]	Si	Se considera una sobrecarga de 10 kN/m ² en el relleno detrás del sistema de suelo reforzado, pero no se indica si corresponde a una sobrecarga permanente (ES) o a una sobrecarga por carga viva (LS).
C. Análisis de la estructura y combinaciones de carga:			
1	¿Se definen las combinaciones de carga de los estados límite a considerar y los factores de carga correspondientes? [3.4.1]	Si	
2	¿Se consideran las combinaciones de los efectos por fuerza de sismo en las dos direcciones perpendiculares de la estructura? [3.10.8]	NA	Se utilizó el programa de análisis estructural LEAP® Bridge V8i para el análisis de la combinación sísmica, pero no se pudo observar como son consideradas las cargas de sismo en el análisis.



DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA [AASHTO A5.5] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
D.	Diseño de elementos a compresión:		
	Columnas y Pilotes:		
1	¿Se verifica que la resistencia axial factorizada de las columnas y pilotes es suficiente? [5.7.4.4]	Parcialmente	- Se utilizó el programa de análisis estructural LEAP® Bridge V8i para el análisis de la resistencia a las cargas de diseño en las columnas de pilas y bastiones. - En las hojas electrónicas de cálculo mostradas en la memoria no se explica cómo se revisan los criterios de capacidad de los pilotes ni la sección de AASHTO que se usó como referencia.
2	¿Se revisa que las columnas y pilotes tengan capacidad suficiente para resistir los momentos de diseño en las dos direcciones principales de la estructura? [5.7.4.5]		
4	¿Se diseña el refuerzo transversal de las columnas y pilotes para los requerimientos sísmicos que apliquen? [5.7.4.6]	Parcialmente	- Se utilizó el programa de análisis estructural LEAP® Bridge V8i para el análisis de la resistencia a las cargas de diseño en las columnas de pilas y bastiones. - No se evidencia la comprobación del refuerzo transversal (aros) propuesto para los pilotes preexcavados.
6	¿Se verifican los límites para el acero de refuerzo longitudinal de las columnas y pilotes? [5.7.4.2]	Si	Se utilizó el programa de análisis estructural LEAP® Bridge V8i para el cálculo del acero de refuerzo en las columnas de pilas y bastiones
	Apoyos:		
7	¿Se verifica la resistencia soportante del concreto en las zonas de los dispositivos de apoyo? [5.7.5]	No	No se evidencia la comprobación del criterio de la norma AASHTO en la memoria.
	¿Se realiza el diseño de los apoyos para las cargas y desplazamientos calculados? [14.4] [14.7]	Si	



DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA [AASHTO A5.5] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
E.	Diseño de bastiones, cimentaciones y muros de retención (consideraciones estructurales):		
2	Cimentaciones superficiales (placa aislada):		
	¿Se realiza el diseño por flexión de la placa de cimentación para el momento de diseño calculado en la sección crítica correspondiente? [5.13.3.4]	NA	
	¿Se realiza el diseño por cortante de la placa de cimentación para la fuerza cortante de diseño calculada en la sección crítica correspondiente? [5.13.3.6]	NA	
¿Se revisa la transferencia de cortante a través del plano de contacto entre las columnas y la placa de cimentación? [5.13.3.8] [5.8.4]	NA		
3	Muros de retención (muros mecánicamente estabilizados):		
	¿Se revisan las condiciones de asentamiento y estabilidad global para el estado límite de servicio? [11.10.4]	No	- No hay evidencia dentro de la memoria de que se haya revisado el asentamiento y la estabilidad global del muro para el estado límite de servicio. - La comprobación del diseño del sistema de contención de muro de suelo reforzado se realizó utilizando como base normativa distinta de la AASHTO LRFD



DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA [AASHTO A5.5] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
E. Diseño de bastiones, cimentaciones y muros de retención (consideraciones estructurales):			
Muros de retención (muros mecánicamente estabilizados):			
3	¿Se analiza la estabilidad ante deslizamiento para los estados límite de resistencia y evento extremo? [11.10.5.3]	Parcialmente	- Se revisa la estabilidad ante deslizamiento, pero en la memoria no se aclara cómo se obtuvo el coeficiente de seguridad en el estado límite de resistencia y evento extremo (sismo) ni de donde proviene los valores de coeficiente límites contra los cuales se realizó la comprobación. - La comprobación del diseño del sistema de contención de muro de suelo reforzado se realizó utilizando como base normativa distinta de la AASHTO LRFD.
	¿Se analiza la estabilidad ante vuelco para los estados límite de resistencia y evento extremo? [11.10.5.5]	Parcialmente	- Se revisa la estabilidad ante vuelco, pero en la memoria no se aclara de donde se obtuvo el coeficiente de seguridad en el estado límite de resistencia y evento extremo (sismo) ni de donde proviene los valores de coeficiente límites contra los cuales se realizó la comprobación. - Las comprobaciones del sistema de contención de muro de suelo reforzado se realizó utilizando como base normativa distinta de la AASHTO LRFD.
	¿Se revisa la capacidad de soporte del suelo para los estados límite de resistencia y evento extremo? [11.6.3.2]	Parcialmente	- Se revisa la capacidad soportante del suelo, pero en la memoria no se aclara cómo se obtuvieron las presiones del suelo ni de donde proviene el factor de 1.25 utilizado para la revisión. - Las comprobaciones del sistema de contención de muro de suelo reforzado se realizó utilizando como base normativa distinta de la AASHTO LRFD.





DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA [AASHTO A5.5] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
E. Diseño de bastiones, cimentaciones y muros de retención (consideraciones estructurales):			
3	Muros de retención (muros mecánicamente estabilizados):		
	¿Se revisa la capacidad de la longitud del refuerzo del sistema de suelo reforzado contra la extracción? [11.10.6.3]	Parcialmente	- Se utilizó un coeficiente de seguridad contra anclaje de la armadura en el suelo, pero en la memoria no se aclara cómo se obtuvieron estos valores ni de donde proviene los valores de coeficiente límites contra los cuales se realizó la comprobación. - La comprobación del sistema de contención de muro de suelo reforzado se realizó utilizando como base normativa distinta de la AASHTO LRFD.
	¿Se diseña el sistema de suelo reforzado para una vida mínima de servicio adecuada? [11.10.6.4.2]	Si	Se diseña el elemento para 100 años de vida de servicio, adecuada cuando se consideran sistemas de contención en bastiones de puentes.
	¿Se determina el espesor de los refuerzos metálicos del sistema de contención al final de la vida de servicio? [11.10.6.4.2a]	Parcialmente	Se indica un espesor de sacrificio esperado en el refuerzo metálico que conforma el suelo reforzado, pero no se indica cómo se calcula ni los criterios de la norma utilizados para la obtención del dato.
	¿Se revisa la resistencia a tensión del refuerzo del sistema de suelo reforzado? [11.10.6.4.3]	Parcialmente	- Se utilizó un coeficiente de máxima tensión en la armadura (fajas) de suelo reforzado, pero en la memoria no se aclara cómo se obtuvo este valor ni de donde proviene el valor de coeficiente límite contra el cual se realizó la comprobación. - La comprobación del sistema de contención de muro de suelo reforzado se realizó utilizando como base normativa distinta de la AASHTO LRFD.



DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA [AASHTO A5.5] – (cont.)			
Ítem AASHTO	Criterio	Cumplimiento	Comentarios
E. Diseño de bastiones, cimentaciones y muros de retención (consideraciones estructurales):			
3	Muros de retención (muros mecánicamente estabilizados):		
	¿Se revisa la resistencia en la conexión del refuerzo y los elementos de revestimiento del sistema de suelo reforzado? [11.10.6.4.4]	Parcialmente	- Se utilizó un coeficiente de la armadura en el anclaje, pero en la memoria no se aclara cómo se obtuvo este valor ni de donde proviene el valor de coeficiente límite contra el cual se realizó la comprobación. - Las comprobaciones del sistema de contención de muro de suelo reforzado se realizó utilizando como base normativa distinta de la AASHTO LRFD.
	¿Se considera el efecto de las fuerzas inerciales y presiones laterales ocasionadas por sismo para el estado límite Evento Extremo I? [11.10.7]	Parcialmente	Se consideró el efecto del sismo en el empuje lateral del suelo del relleno por medio del método de análisis Mononobe-Okabe, sin embargo, no se aclara como se obtuvieron los valores de coeficientes de empuje activo y el de la resultante de sismo que actúa sobre el muro de suelo reforzado.
¿Se considera un sistema de drenaje interno en el muro de suelo reforzado? [11.10.8]	No	No se evidencia en el diseño del muro de suelo reforzado la colocación de un sistema de drenaje interno.	

