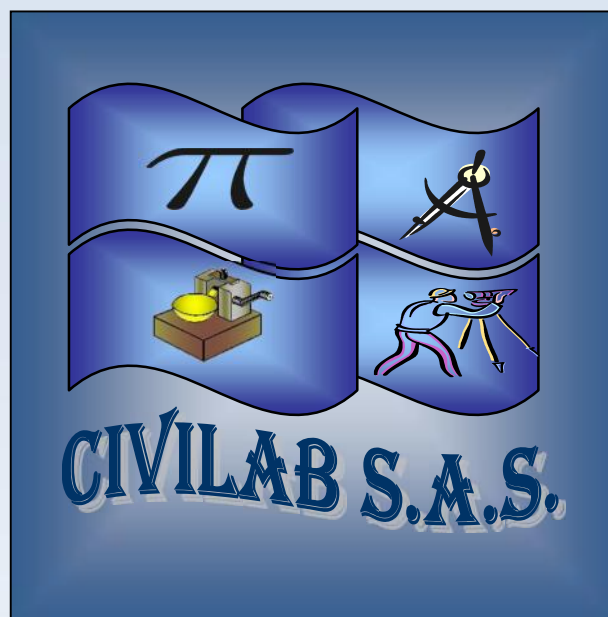


**MEMORIA ESTRUCTURAL PARA PUENTE SOBRE LA
QUEBRADA SAN PEDRO EN EL MUNICIPIO DE SOCOTÁ
EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**



**INTEGRAL DE
OBRAS CIVILES &
LABORATORIO
S.A.S.**

MARZO 2019

**ESTUDIOS DE SUELOS Y CIMENTACIONES, LABORATORIO
DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS, TOPOGRAFÍA,
DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS, ESTRUCTURALES,
CONSTRUCCIÓN, CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE
OBRA CIVIL.**



TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVOS, ANTECEDENTES Y ALCANCE	4
1.1	1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ANCHO DE LA VÍA	4
2.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	5
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	5
2.2	DESCRIPCIÓN DE PROCESO CONSTRUCTIVO	7
3.	BASES DE CÁLCULO	8
4.	NORMATIVA EMPLEADA	8
5.	PROGRAMAS INFORMÁTICOS	9
6.	MATERIALES, RECUBRIMIENTOS Y COEFICIENTE PARCIALES DE SEGURIDAD	9
7.	ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO	10
7.1	VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES	10
7.2	COMBINACIÓN DE ACCIONES	12
8.	DIAGRAMAS DE MOMENTO, DEFLEXIONES	13
8.1	Diagrama de momento	13
8.2	Deflexiones	14
9.	EVALUACIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA	14
9.1	Evaluación por Flexión	14
9.2	Evaluación por corte	15
9.3	Evaluación por deflexión	15
10.	CÁLCULO DE SUBESTRUCTURA Y FUNDACIÓN	17
11.	CONCLUSIONES	18



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Pesos y dimensiones del camión C3.....	4
Figura 2. Sección típica de diseño.	5
Figura 3. Implantación de puente.	6
Figura 4. Perfil de puente.....	6
Figura 5. Camión de diseño C4095.	11
Figura 6. Diagrama de Momento	13
Figura 8. Diagrama de deflexiones.....	1
Figura 9. Diagrama de evaluación por flexión.....	1
Figura 10. Diagrama de evaluación por cortante.....	15
Figura 11. Esquema típico de estribo.....	17

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Materiales a utilizar.....	9
Tabla 2. Recubrimientos y relación A/C	10
Tabla 3. Combinación de cargas.....	12
Tabla 4. Factores para cargas permanentes.....	13
Tabla 5. Reacciones para estribos	17



1. OBJETIVOS, ANTECEDENTES Y ALCANCE

El puente que comunica el casco urbano del municipio de Socotá con la cabecera de la vereda San Pedro se caracteriza por presentar una estructura básica la cual consta de estribos en concreto ciclópeo (estrangulados), losa superior maciza, los elementos que sirven de aletas no muestran refuerzo alguno.

En la zona se describe un movimiento en masa, como causa de la acumulación de material sedimentado, por lo que la zona de estudio está inmersa en un coluvión de matriz arcillosa con movimientos lentos a lo largo del tiempo, sumado a esto, la reducción de la sección hidráulica aumenta las probabilidades de un incremento en la cota de aguas máximas generando desbordamiento de la quebrada y con ello su afectación la superestructura del puente.

El objetivo del presente capítulo es el de describir y justificar el dimensionamiento realizado de la estructura (tablero, vigas, estribos y aparatos de apoyo), consistente en la ejecución de un puente de un vano isostático cuya superestructura se compone de viga y losa superior en concreto.

A continuación, se describirán las bases de cálculo, características de los materiales, hipótesis adoptadas, medios empleados en el cálculo, resultados obtenidos y conclusiones derivadas del proceso. Tras la memoria se adjuntan los cálculos completos realizados para el dimensionamiento y justificación de la estructura en cuestión.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ANCHO DE LA VÍA

El diseño de la presente estructura parte con la premisa de que el ancho de calzada existente oscila entre los 3.50-4.00 metros, por tratarse de una vía terciaria en donde eventualmente se movilizan camiones tipo C2 y C3 cuyas dimensiones se citan a continuación, se consideró un ancho libre de 4.90 metros con bordillos de 0.25 metros como un ancho adecuado si se tiene en cuenta futuras ampliaciones de calzadas, esto sin incrementar considerablemente la sección considerando los costos que pudiese acarrear, como el tránsito vehicular no es tan frecuente, se consideró como mejor opción ofrecer una calzada amplia que reducirla la misma con la implementación de una andén que sería sub-utilizado.

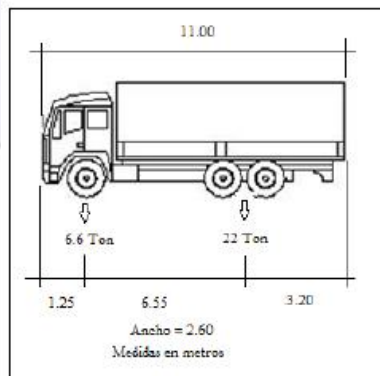


Figura 1. Pesos y dimensiones del camión C3

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

El puente se ubica sobre la vía que del caso urbano del municipio de Socotá conduce a la vereda San Pedro, la luz de diseño es de 7.0 metros.

La superestructura salva una quebrada San Pedro que surca la zona, el gálibo libre sobre la lámina máxima de agua es de **4.0 m.**

La superestructura consta de losa maciza de 0.40 metros de espesor, con ancho total de 5.40 metros, distribuidas en 4.90 metros de calzada y bordillos de 0.25 metros a los lados, sobre estos se dispone una baranda vehicular.

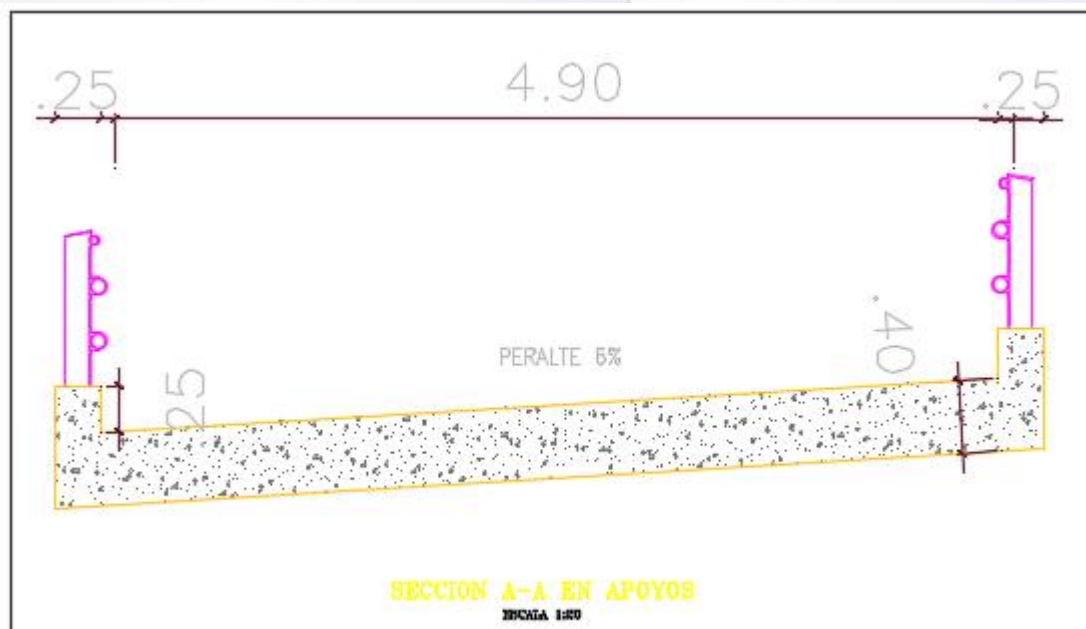


Figura 2. Sección típica de diseño.

El emplazamiento del puente se dispone conservando el alineamiento horizontal actual, el tablero se proyecta en concreto de 280 Kg/cm².

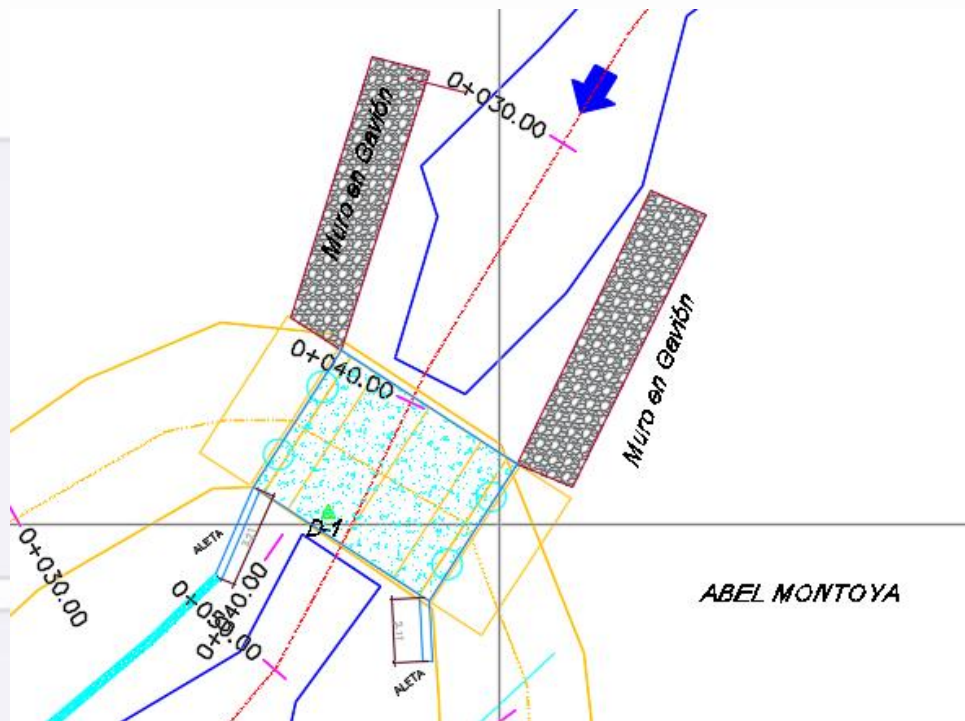


Figura 3. Implantación de puente.

Se soporta sobre estribos en concreto de 210 Kg/cm², con parapeto de 0.40 metros, con aletas de 3.80 metros y a altura del bordillo de la placa, se considera aletas aguas abajo, en la parte superior el confinamiento se logra con el cierre en gavión.

Así mismo el puente debe estar anclado con 4 pilotes de 1.0 metros de diámetro, con profundidad de 6.0 metros.

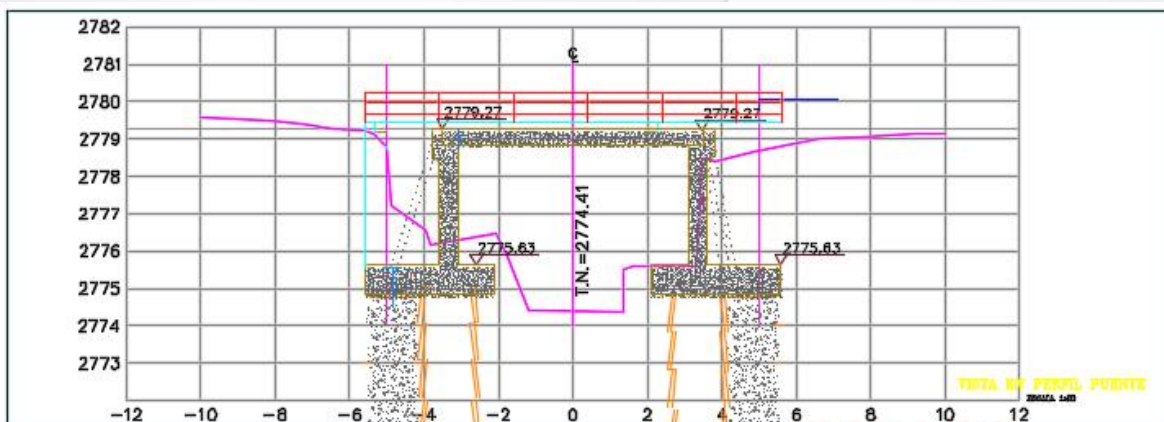


Figura 4. Perfil de puente



2.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESO CONSTRUCTIVO

La ejecución del proceso constructivo se considera así:

- a) Cierre de la vía y buscar como alternativa una ruta de desvío, esto permitiría abrir excavación en ambos frentes o lados del puente, buscar cota de arranque de pilotes, proceder con excavación profunda tipo caisson, con armada y fundida de anillos cada metro, armar y fundir fuste de pilote, dejando el acero de conexión con la zarpa del estribo.

Se procede con replanteo de zarpas, armado de las mismas y posterior fundida, para este caso, la aleta trabaja a 90° con respecto al alineamiento de la estructura en el estribo 2, por lo que la zarpa del estribo trabaja conjuntamente como zarpa de la aleta, pero esta cuenta con su propio refuerzo para no inducir en dobles sollicitaciones de refuerzos.

Para el estribo 1, se proyecta un muro en gavión dados los movimientos en masa que se presentan, y por lo que un elemento rígido no es aconsejable.

Se funde estribo dejando pendiente el parapeto, luego se dispone de obra falsa para fundida de vigas longitudinales y riostras, previa instalación de neoprenos.

Se instala obra falsa para armado y encofrado de placa superior, si se desea se puede emplear Steel deck calibre 16 como soporte para placa.

Finalmente se funde tablero, se instalan barandas y se procede con rellenos para luego placas de aproximación.

En caso de mezclar los concretos in situ, se deberá considerar lo establecido según el artículo 630 de las especificaciones de construcción 2012 INVIAS.



3. BASES DE CÁLCULO

El dimensionamiento de la estructura se ha realizado según los principios de la mecánica racional y teoría de estructuras, adaptadas al diseño estructural. Se han seguido las prescripciones recogidas en la normativa vigente en Colombia, así como las recomendaciones y la normativa internacional de aplicación, cuando proceda.

De acuerdo con lo anterior, el cálculo se ha realizado siguiendo el método LFRD, lo que permite la consideración adecuada de la variabilidad tanto en las cargas como en las propiedades de los elementos resistentes.

Este método establece que la seguridad de la estructura en su conjunto, o en cualquiera de sus partes, se garantiza comprobando que la sollicitación no supera la respuesta última de las mismas. Este requisito para la seguridad se puede expresar sintéticamente mediante la siguiente desigualdad: $S_d \leq R_d$, siendo S_d la sollicitación de cálculo aplicable en cada caso, y R_d la respuesta última de la sección o elemento.

Para la aplicación de este criterio de seguridad, se consideran tanto situaciones límite de seguridad como de servicio, todas ellas de igual importancia, teniendo en cuenta también aspectos constructivos y de estética entre otros.

Los Estados Límite de Seguridad están relacionados con la resistencia y la estabilidad, mientras que los Estados Límite de Servicio están relacionados con las tensiones, deformaciones y fisuración. De cara al dimensionamiento de la subestructura.

Teniendo en cuenta que se trata de un puente de una sola luz consistente en una superestructura apoyada sobre estribos sin pilas intermedias según el A.7.4.2 del CCP 14 no se requiere análisis sísmico independientemente de la zona sísmica.

4. NORMATIVA EMPLEADA

El dimensionamiento de la estructura se ha realizado conforme a las prescripciones recogidas en los siguientes textos normativos:

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LFRD – CCP 14.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.



5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Los cálculos de la estructura se llevan a cabo mediante programas de aplicación tanto en el cálculo general de estructuras como en el cálculo de elementos estructurales metálicos y en concreto. Los programas empleados han sido desarrollados bien por empresas especializadas en la elaboración de herramientas informáticas para el cálculo de estructuras o bien por esta propia consultoría técnica.

No obstante, lo anterior, tanto los datos de partida como los resultados obtenidos por los programas, son siempre verificados a través de comprobaciones manuales aproximadas que justifiquen los órdenes de magnitud.

Los programas informáticos empleados son los que siguen:

CSI BRIDGE. Versión 20.0

GEO5. Módulo pilotes, módulo gavión.

Hojas de cálculo desarrolladas por el proyectista.

6. MATERIALES, RECUBRIMIENTOS Y COEFICIENTE PARCIALES DE SEGURIDAD

Las características de los materiales a emplear en la construcción de la estructura objeto de la presente nota de cálculo son, en consonancia con lo dispuesto en la normativa vigente y en el proyecto original de las estructuras, las siguientes:

Tabla 1. Materiales a utilizar.

MATERIAL	CALIDAD	CONSISTENCIA	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADOS (mm)
Concreto de limpieza	$F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$	Plástica	40
Concreto armado pilotes	$F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$	Plástica	20
Concreto armado en estribos	$F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	Plástica	17
Concreto armado en vigas longitudinales	$F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$	Plástica	9,5
Concreto en vigas riostras de apoyo y central	$F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	Plástica	9,5
Concreto armado en losa superior	$F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$	Plástica	9,5
Acero corrugado de refuerzo	$F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ (grago 60/ASTM A706)		



Tabla 2. Recubrimientos y relación A/C

MATERIAL	RECUBRIMIENTOS (mm)	RELACIÓN a/c MÁXIMA
CONCRETO EN SUBESTRUCTURA	50	0.45
CONCRETO EN LOSA DEL TABLERO	40	0.45

7. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO

La determinación de los valores característicos de las acciones, así como de sus valores representativos y de cálculo y las combinaciones a realizar con las mismas, a fin de verificar el cumplimiento de los estados límite, se lleva a cabo según lo prescrito en el CCP-14.

Espesor de la losa:

A. PREDIMENSIONAMIENTO			
LUZ DEL PUENTE		LUZ (L,S) =	7 m
ANCHO DE CALZADA			4,9 m
PERALTE DE LOSA		$h=(1.2(S+3000))/30 =$	0,4 m

7.1 VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES

7.1.1 Acciones permanentes

Peso Propio: El valor característico del peso de los elementos estructurales de concreto se determina tomando como peso específico del material 2.40 ton/m^3 .

Barandas: se toma según el CCP 14 un valor de 0.15 Ton/m^2 .

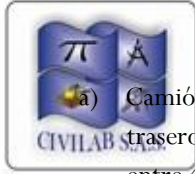
Acciones debidas al terreno (empujes de tierras): La contención de tierras se realiza de forma independiente a la estructura del puente (por medio de muros prefabricados). Por lo que no se incluyen estos esfuerzos en el dimensionado del mismo.

Acciones debidas al terreno (asientos): Al ser la fundación de estribos mediante pilotes (profundos empotrados en roca), no se considera esta acción.

Peso de tierras: Se considera también el peso de tierras sobre los encepados (dados de cimentación) de estribos.

7.1.2 Carga viva de tráfico vehicular

De acuerdo a lo definido en el CCP-14, las cargas consideradas son las siguientes:



a) Camión de diseño: constituido por 3 ejes, de 4 Tn de peso el delantero y 16 Tn cada uno de los traseros, con distancia de eje delantero a central de 4.3 m y distancia de eje central a trasero variable entre 4.3 y 9.0 m. Se aplica un por cada carril de la plataforma vehicular.

Integral de obras civiles & laboratorio S.A.S.
Nit. 900.637.164 - g

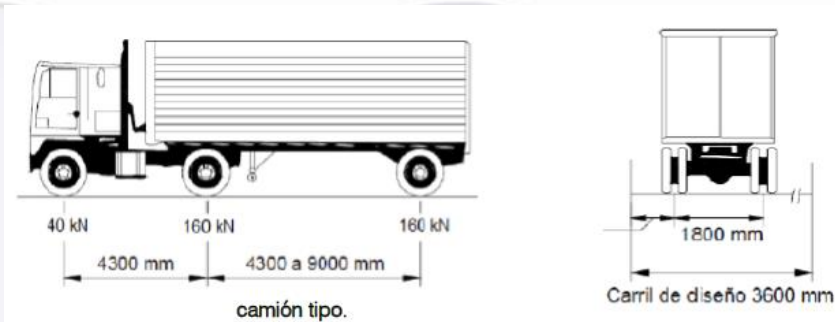


Figura 5. Camión de diseño C4095.

Figura N°5. Camión de diseño. Fuente CCP14.

b) Tándem de diseño: consistente en un par de ejes de 12.5 Ton separados entre sí 1.2 m. El espaciamiento transversal de ruedas se toma de 1.8 m.

c) Sobrecarga distribuida en carril de diseño: la carga aplicada es de 10.3 KN/ml uniformemente distribuida transversalmente en 3.0 m de anchura, constituyendo por tanto una acción de 3.4 KN/m².



7.2 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las hipótesis de carga tomadas en consideración se forman combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea (acciones concomitantes), según los criterios generales prescritos en el CCP-14.

Tabla 3. Combinación de cargas.

Tabla 3.4.1-1- Combinaciones y Factores de Carga

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL M CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.40 0	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.40 0	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.30 0	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.70 0	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I- Sólo LL, M & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II- Sólo LL, M & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tabla 4. Factores para cargas permanentes.

Tabla 3.4.1-2 — Factores para cargas permanentes, γ_p

Tipo de Carga, tipo de Cimentación, y Método para Calcular la fricción negativa		Factor de Carga	
		Máximo	Mínimo
DC : Componentes y Accesorios		1.25	0.90
DC : Sólo Resistencia IV		1.50	0.90
DD : Fricción negativa	Pilas, Método α Tomlinson	1.4	0.25
	Pilas, Método λ	1.05	0.30
	Pozos perforados, Método O'Neill and Reese (1999)	1.25	0.35
DH : Superficie de rodadura e instalaciones		1.50	0.85
EH : Presión horizontal de suelo			
• Activa		1.50	0.90
• En reposo		1.35	0.90
• AEP para muros anclados		1.35	N/A
EL : Tensiones residuales de Construcción		1.00	1.00
EV : Presión vertical de suelo			
• Estabilidad general		1.00	N/A
• Muros de Contención y Estribos		1.35	1.00
• Estructuras Rígidas Enterradas		1.30	0.90
• Marcos Rígidos		1.35	0.90
• Estructuras Flexibles Enterradas			
o Alcantarillas Metálicas y Alcantarillas Armadas Estructurales Corrugas Profundas		1.5	0.9
o Alcantarillas Termoplásticas		1.3	0.9
o Todas las demás		1.95	0.9
ES : Sobrecarga de suelo		1.50	0.75

8. DIAGRAMAS DE MOMENTO, DEFLEXIONES

8.1 Diagrama de momento

A continuación, se muestra diagrama de momento para todas las vigas longitudinales para el combo RESISTENCIA I, teniendo como referencia 2292.9 Ton-m.

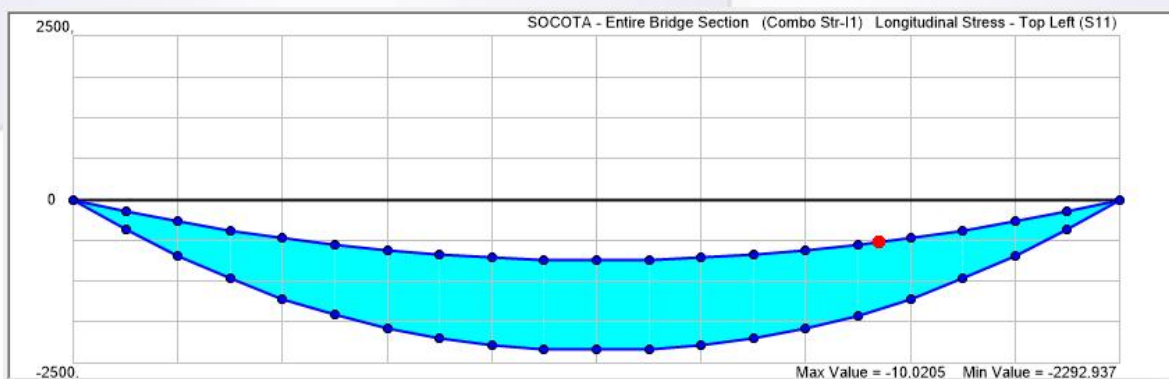


Figura 6. Diagrama de Momento

8.2 Deflexiones

A continuación, se muestra diagrama de deflexiones para el combo RESISTENCIA I, considerando como valor de contraflecha 2.3 mm en la parte central de la estructura.

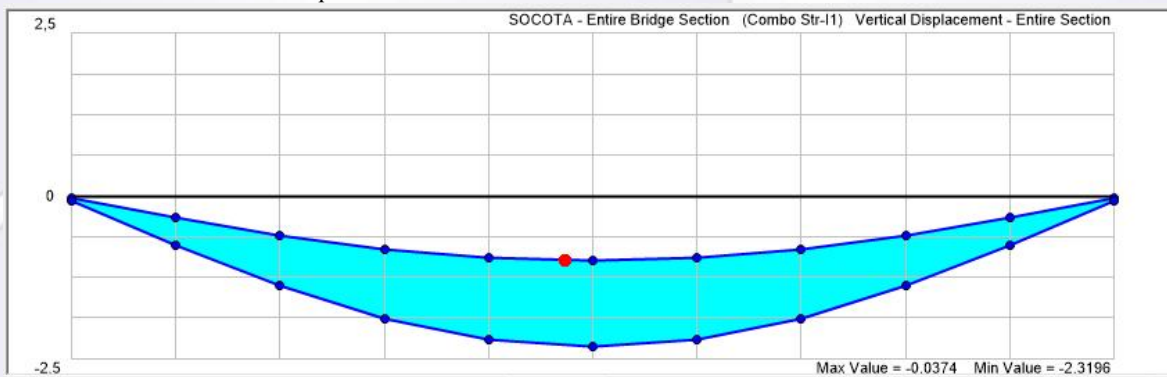


Figura 7. Diagrama de deflexiones.

9. EVALUACIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA

9.1 Evaluación por Flexión

Empleando el módulo Design/Rating, y empleando los estándares de la AASHTO LRFD 20017, se evalúa la configuración de acero longitudinal representada en los planos de construcción, encontrando como suficiente y cumpliendo los estándares de diseño, a continuación, esquema de evaluación tanto a momento positivo como negativo para todas las vigas longitudinales.

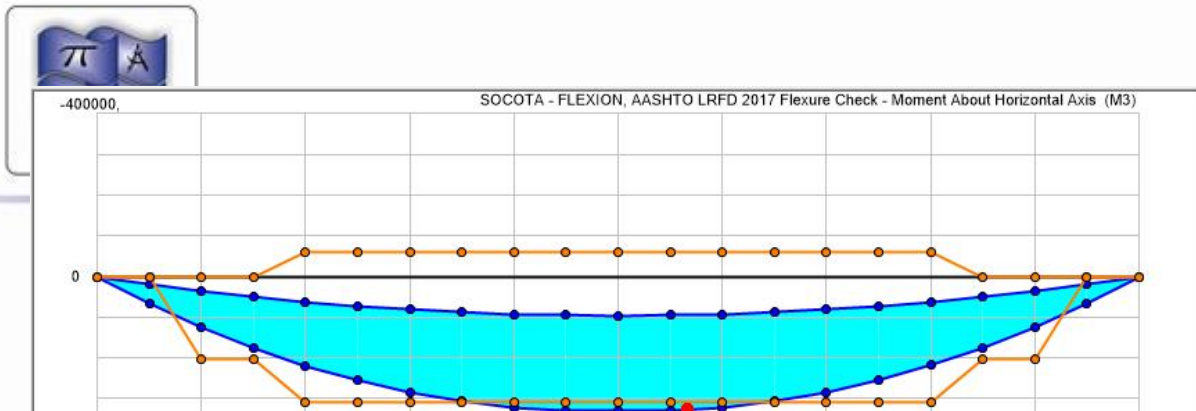


Figura 8. Diagrama de evaluación por flexión.

9.2 Evaluación por corte

Empleando el módulo D/C limit (Demanda/Capacidad máxima al corte), y empleando los estándares de la ASSHTO LRFD 2017, se evalúa la configuración de acero transversal (flejes) representada en los planos de construcción, encontrando como suficiente y cumpliendo los estándares de diseño, a continuación, esquema de evaluación tanto a cortante, estando a un 83% de lo que puede soportar dicha cantidad de flejes, pero por facilidad de armado de las vigas se deja la configuración expresada en los planos de construcción.

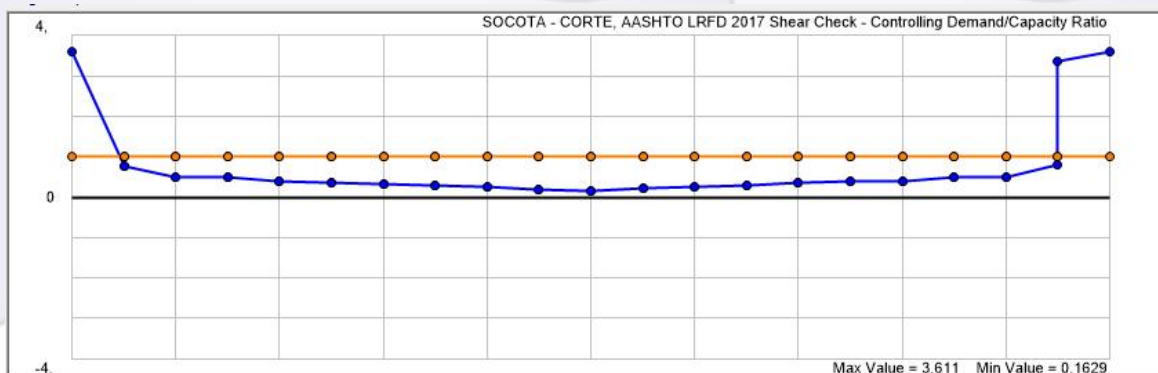


Figura 9. Diagrama de evaluación por cortante.

1.2 9.3 Evaluación por deflexión

Según lo establecido en el numeral A.2.5.2.6.3-1 del CCP14, se tiene:

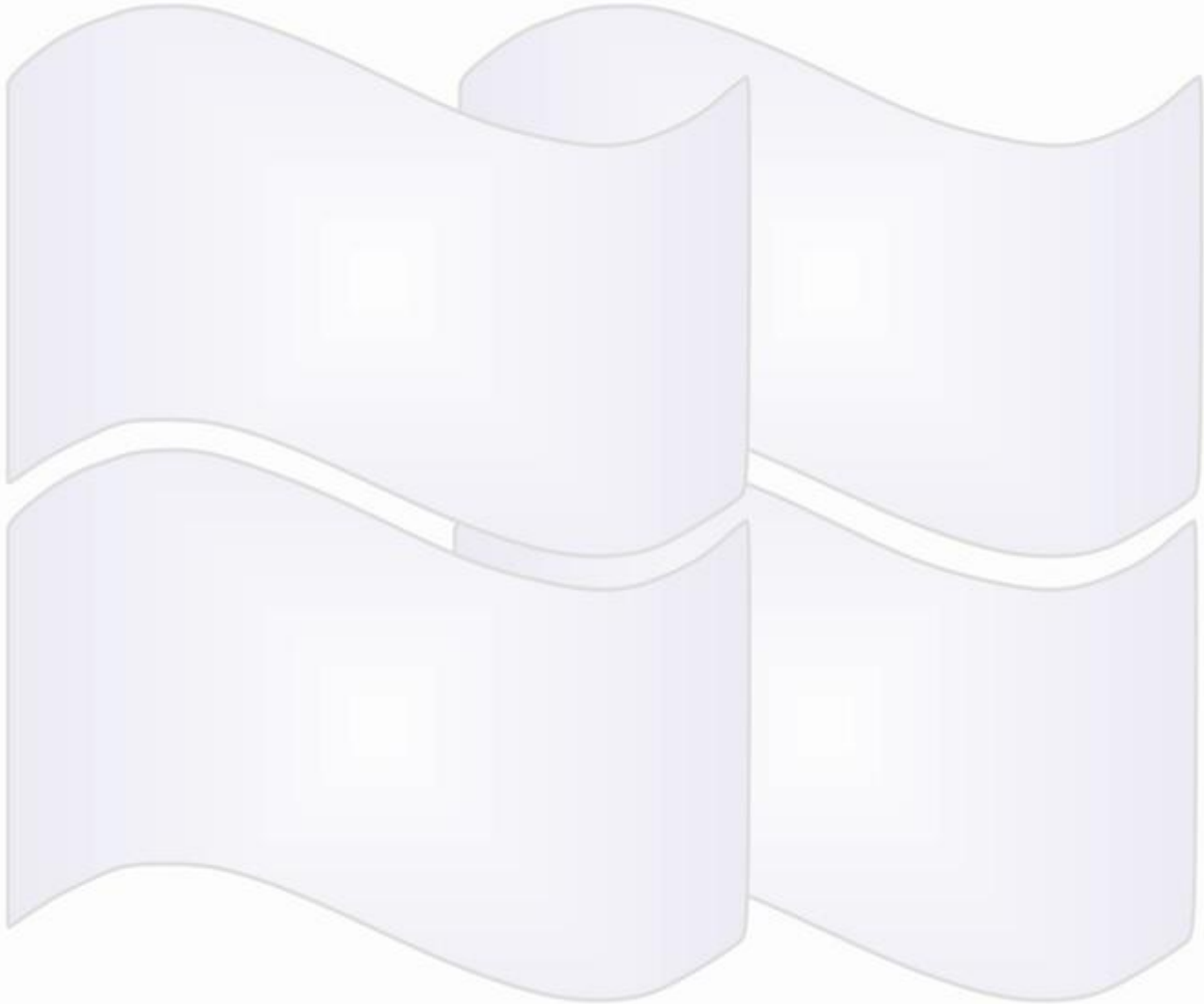


Integral de obras civiles & laboratorio S.A.S.

- **Carga vehicular, general Luz/800**
- Carga vehicular y peatonal Luz/1 000
- Carga vehicular en voladizos Luz/300, y
- Carga vehicular y peatonal en voladizos Luz/375

3

Luego, la deflexión permitida por norma es 8.75 mm considerando una luz de 7.0 metros, como valor máximo se tiene 2.3 mm, luego la estructura se ajusta a los criterios de diseño permitidos.



10. CÁLCULO DE SUBESTRUCTURA Y FUNDACIÓN

Se procede a evaluar las cargas que va a soportar los muros de los estribos, posteriormente se dimensiona los elementos del estribo teniendo como referente el siguiente esquema, y se tiene como referencia para el cálculo las reacciones por carga muerta (DC), y por LL que se obtiene en la modelación, para este caso lo siguiente:

Tabla 5. Reacciones para estribos

REACCIONES OBTENIDAS EN CSI BRIDGE	
CASO	APOYO 1 (Ton)
DC	82,3
LL	102

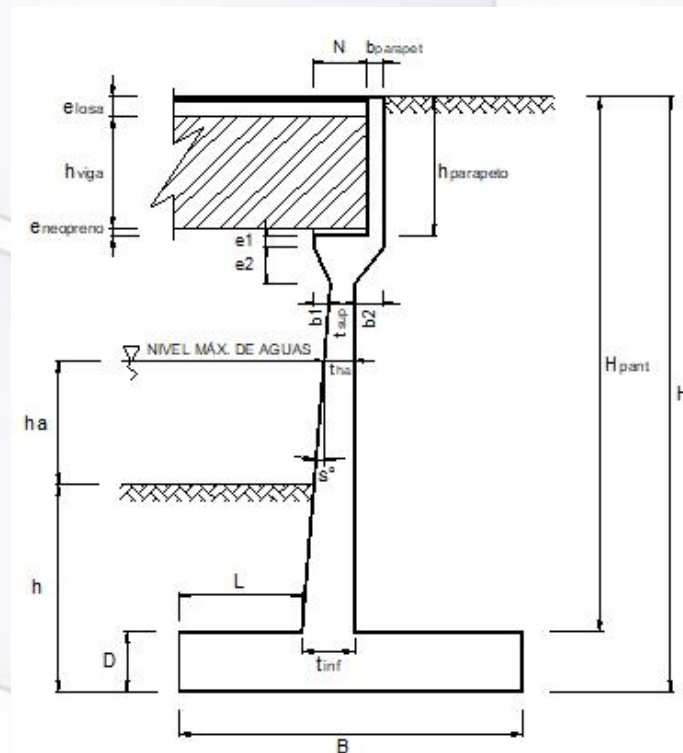


Figura 10. Esquema típico de estribo

Se realiza evaluación al deslizamiento, vuelco y capacidad, posteriormente se evalúan los cortantes y momentos para la base de la pantalla, para la base del parapeto, así como el talón y punta de la zapata, todo esto con la combinación de Resistencia I, finalmente se obtiene el diseño de aceros para cada uno de los elementos.



11. CONCLUSIONES

- El diseño propuesto cumple y se ajusta a los parámetros establecidos por la normativa colombiana, empleando los criterios citados en el código colombiano de puentes LRFD CCP 14.
- Se trabajó por criterios de carga última y de resistencia, con camión de diseño C4095 y tándem establecido en el CCP14.
- Se tiene una estructura de losa maciza de 0.40 metros de espesor, estribo con vástago de 0.50 metros, zarpa de 0.80 metros de espesor, pilotes de 1.0 metros de diámetro y 6.0 metros de profundidad, y bordillo de 0.25 metros con barandas respectivas.
- Se debe desarrollar el proceso constructivo conforme se describe al inicio de esta memoria de cálculo.
- Se recomienda el empleo de concretos certificados de planta o en su defecto garantizar las proporciones de diseño por peso; en este orden, los concretos acelerados deberán ser elaborados con el respectivo seguimiento y asesoría del fabricante de los aditivos para garantizar su eficiencia.
- Se recomienda el uso de andamios certificados y/o maderas en excelente estado para garantizar cotas de diseño, así mismo, los encofrados deben ser de óptima calidad.
- Los procedimientos de obra se deben enmarcar en lo estipulado en el capítulo 6 referente a estructuras y drenajes de las especificaciones INVIA 2012 artículos 600, 610, 640, 642, 671, 680.
- Se puede manejar como formaleta para tablero lámina Steel deck calibre 16 o similar.
- Se recomienda dejar embebida tubería de 4 pulgadas en lateral del bordillo cada 2 metros para desagüe del puente.
- Los puentes se proyectaron para dejar como superficie de tránsito el concreto de la placa, es decir carece de carpeta asfáltica.
- La sección transversal y longitudinal del puente se ajustó a lo aportado en el diseño geométrico del proyecto, por lo que cual modificación deberá ser informada al consultor para ajustes en caso d ser necesario.



Integral de obras civiles & laboratorio S.A.S.
Nit: 900.637.164 - 9

- Se debe emplear concreto de 280 Kg/cm^2 para tablero, pilotes; para estribos, aletas, se puede emplear concreto 210 Kg/cm^2 , el acero deberá corresponder a $F_y 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- La obra se deberá ajustar a lo estipulado en los planos de construcción y de manera complementaria a lo establecido en esta memoria de cálculo.
- Se presenta como alternativa la construcción de dos muros tipo gavión que harán las veces de aleta de confinamiento; al ser una zona con movimiento en masa activo, las estructuras van a estar sometidas a movimientos y empujes continuos, es por esto, que un elemento con longitud superior a 10 metros en el sentido transversal va a soportar esfuerzos que seguramente van a superar el F_c del concreto de diseño generando roturas de las estructuras.
- Se anexa memoria de cálculo de gaviones, como conclusión se puede citar que una estructura fue modelada con empujes laterales de 15 y 10 KN/m^2 , además de análisis por sismo con K_h y K_v de 0.25 que se enmarca para la zona con amenaza sísmica ALTA, bajo este escenario, el muro va a soportar un deslizamiento, y por eso la decisión de construir un tipo de obra flexible, que se pueda acomodar a los movimientos del terreno; ahora en el análisis normal, sin presencia de sismo el muro cumple los parámetros de vuelco, soporte y deslizamiento; el análisis de estabilidad dio satisfactorio para ambos casos.

DIEGO FERNANDO ESCOBAR MALAVER

Ingeniero Geotecnista

01110-1036 CPITV