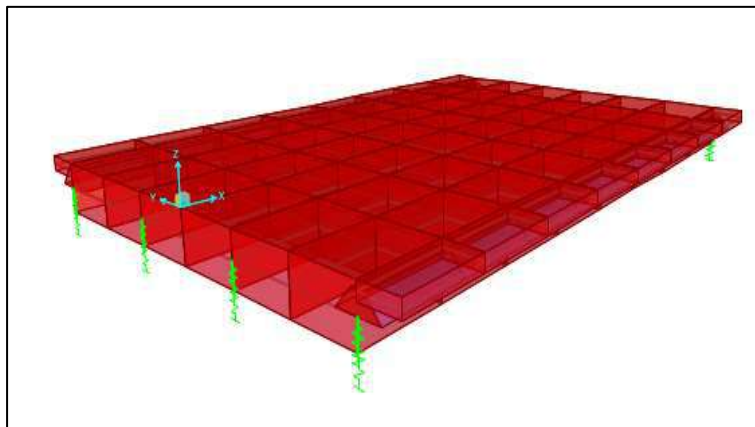


MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

DEL PUENTE TIPO LOSA

PROYECTO: "RECONSTRUCCION CALLE CP SANTA FE DE
VERACRUZ, DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE
CAÑETE - LIMA"

DEPARTAMENTO: LIMA
PROVINCIA: CAÑETE
DISTRITO: CERRO AZUL
LOCALIDAD: SANTA FE DE
VERACRUZ



SETIEMBRE - 2019



CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL PUENTE TIPO LOSA DE 6M

1. INTRODUCCION

La finalidad consiste en dar justificación a la estructuración de un pontón tipo Losa a base de Concreto Armado para una luz de 6m, para los CP Tranquera de Fierro y CP Los Ángeles, para el proyecto: "RECONSTRUCCION PASAJE TRANQUERA DE FIERRO, LOS ANGELES Y CASA BLANCA, DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE - LIMA"

En esta memoria de cálculo se presentan los procedimientos que se utilizaron en el diseño estructural del puente, con ayuda del programa de análisis y diseño CSI Bridge.

2. NORMAS EMPLEADAS

Se sigue las disposiciones de los Reglamentos y Normas Nacionales e Internacionales descritos a continuación.

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú) - Normas Técnicas de Edificación (N.T.E.):
 - NTE E.060 "CONCRETO ARMADO"
 - NTE E.050 "SUELOS Y CIMENTACIONES"
- DISEÑO DE PUENTES SEGÚN AASHTO LRFD
- MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES - Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Se entiende que todos los Reglamentos y Normas están en vigencia y/o son de la última edición.



3. ESPECIFICACIONES – MATERIALES EMPLEADOS

a. CONCRETO

- Resistencia (f'c) : 280 Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad (E) : 252671.328 Kg/cm² (f'c = 280 Kg/cm²)
- Módulo de Poisson (u) : 0.20
- Peso Específico (γc) : 2500 Kg/m³ (concreto armado)



Figura Nro. 01: Definición del concreto f'c=280 kg/cm²

b. ACERO CORRUGADO (ASTM A605)

- Resistencia a la fluencia (fy) : 4,200 Kg/cm² (Ge 60)
- E: 2'100,000 Kg/cm²





Figura Nro. 02: Definición del Acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

4. PREDIMENSIONAMIENTO

Peralte de la losa:

$$h=1.20(L+3.05)/30$$
$$h=1.20(6+3.05)/30$$
$$h=0.362, \text{ usar } h = 0.50\text{m}$$

5. CARACTERÍSTICAS DEL PONTÓN

El puente a construir será en una carretera rural para unir dos comunidades en el interior. La concepción del pontón consiste en un tipo losa apoyada en sus extremos para su análisis y diseño.

El pontón consta de una capa de rodadura de 6 metros de ancho de la cual tendrá 2 carriles, cada carril tendrá 3 metros, un ancho de 1.6 metros destinados para acera (aceras laterales de 0.80 metros cada una). La sección en total tendrá 6.6 metros de ancho.

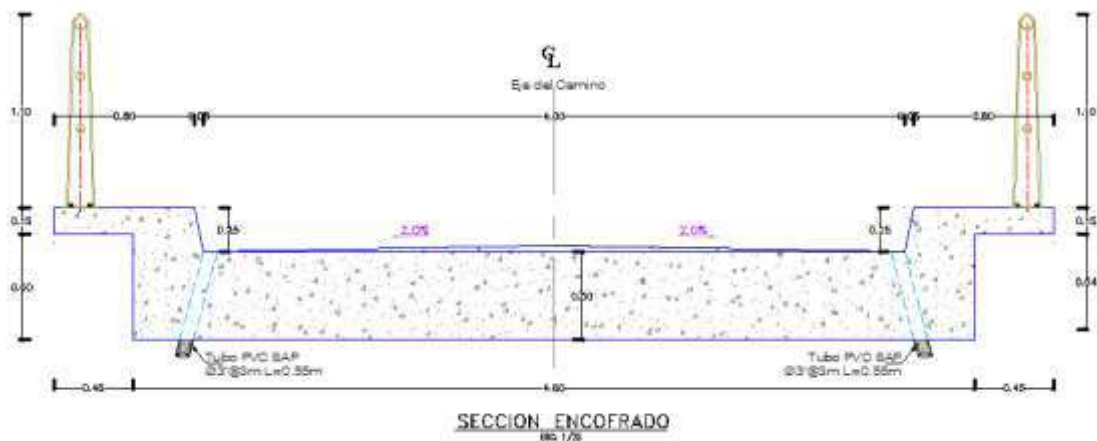


Figura Nro. 03: Sección Transversal

En perfil, el puente tendrá 1 vano de longitud total de 6.60 metros, apoyados en los extremos en estribos.

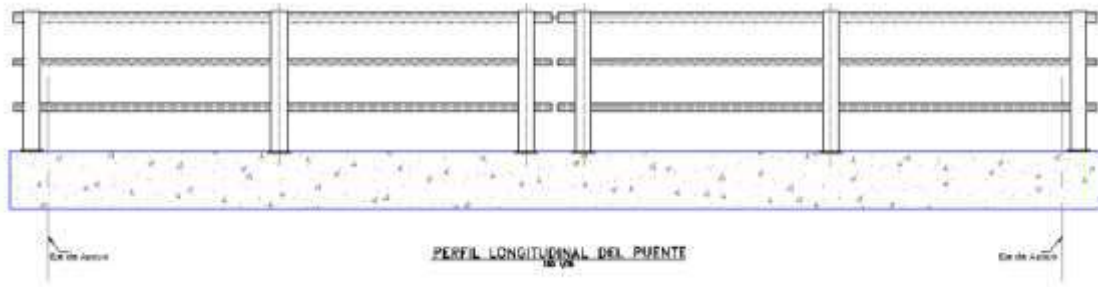


Figura Nro. 04: Sección Longitudinal

En el programa CSI Bridge:

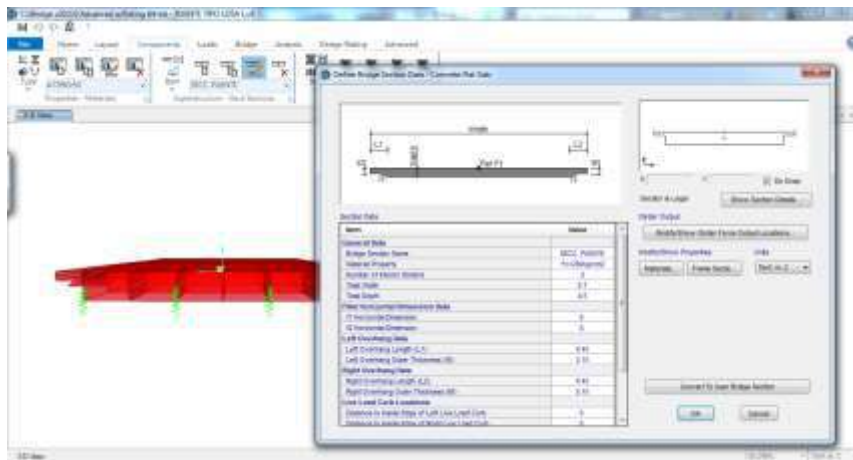


Figura Nro. 05: Definición de la Sección Transversal

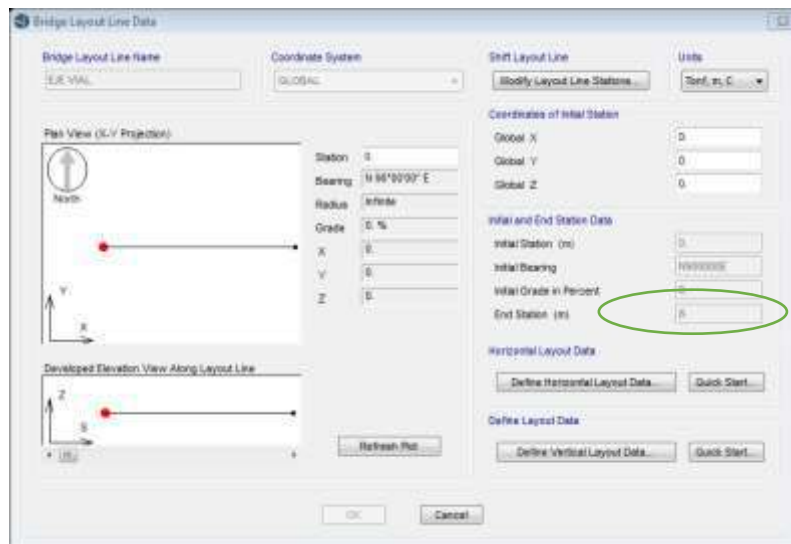


Figura Nro. 06: Definición de la Luz del Pontón



6. CUANTIFICACIÓN DE CARGAS SOBRE EL PONTÓN

6.1. CARGA MUERTA

Conformadas por todos los elementos estructurales de la estructura. Se calcula multiplicando el peso específico del material por su espesor o longitud, dependiendo del tipo de carga. Las densidades de los elementos fueron tomadas de la AASHTO-LRFD:

Tabla Nro. 01: Densidades

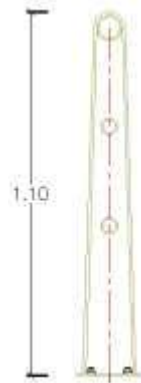
Material		Densidad (kg/m ³)
Aleaciones de aluminio		2600
Superficies de refuerzo bituminosas		2250
Hierro fundido		7200
Escoria		960
Arena, limo o arcilla compactados		1925
Hormigón	Agregados de baja densidad	1775
	Agregados de baja densidad y arena	1825
	Densidad normal con $f_c \leq 35$ MPa	2320
	Densidad normal con $35 < f_c \leq 105$ MPa	$2240 + 2.20 f_c$
Arena, limo o grava sueltos		1600
Arcilla blanda		1600
Grava, macadán o balasto compactado a rodillo		2250
Acero		7850
Sillería		2725
Madera	Dura	960
	Blanda	800
Agua	Dulce	1000
	Salada	1025
Elemento		Masa por unidad de longitud (Kg/mm)
Rieles para tránsito, durmientes y fijadores por vía		0.30

Fuente: LRFD AASHTO para el diseño de puentes



6.1.1. BARANDA

Formada por una baranda metálica, tenemos:



$$Q_{\text{baranda}} = 150 \text{ kg/m}$$

Figura Nro. 07: Baranda metálica

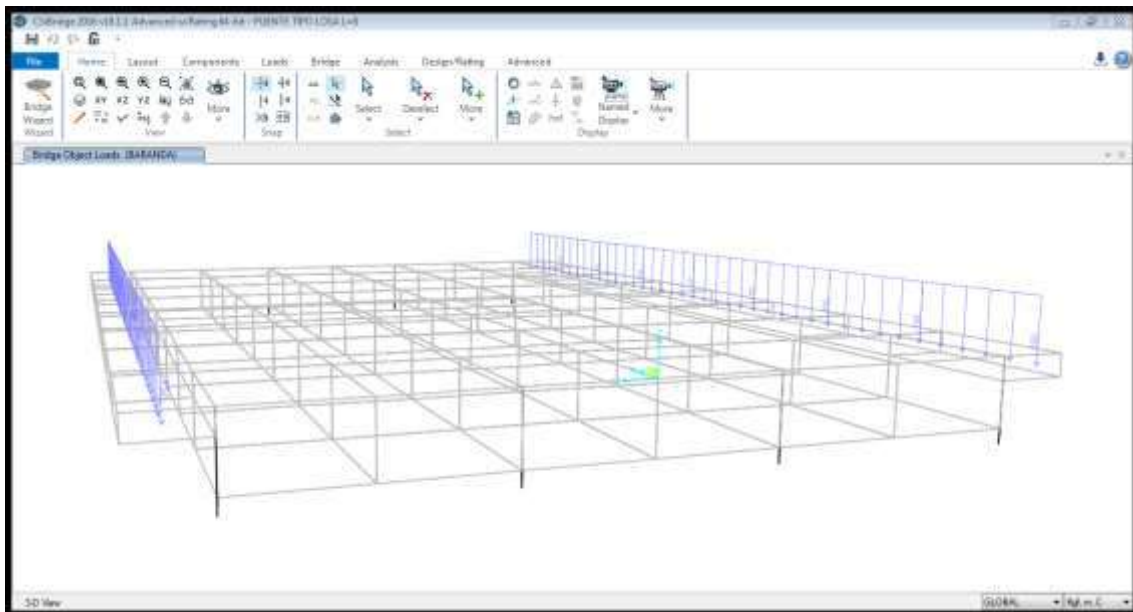


Figura Nro. 08: Asignación de la Carga de Baranda

6.1.2. VEREDA

Con un espesor de 15cm.

$$Q_{\text{vereda}} = 2500 * 0.15 = 375 \text{ kg/m}^2$$

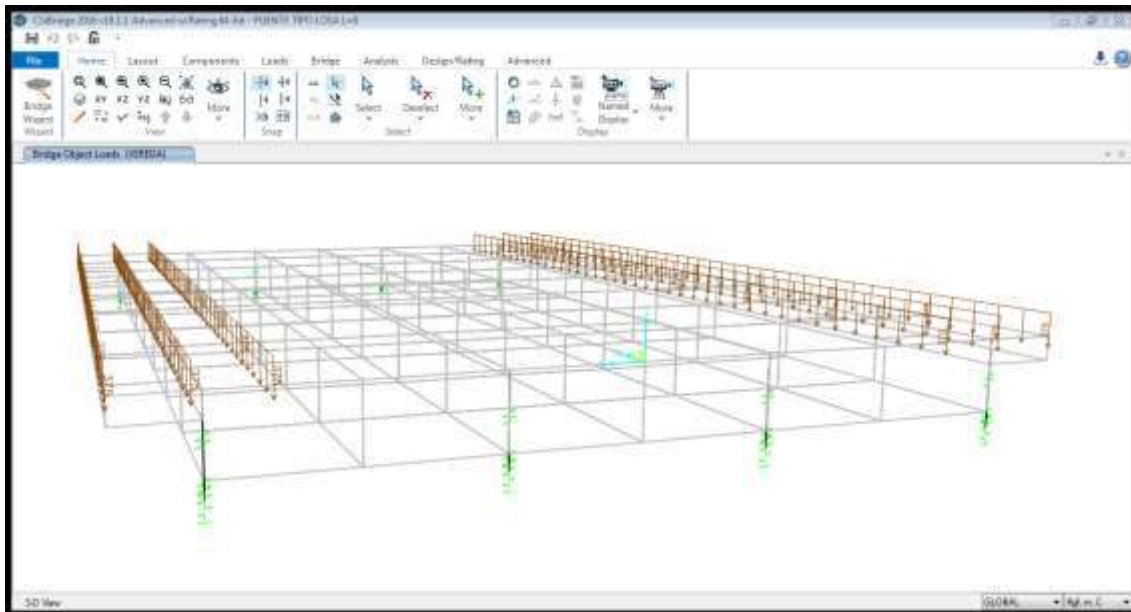


Figura Nro. 09: Asignación de la Carga de Vereda

6.1.3. CAPA DE RODADURA

Con un espesor de 3cm.

$$Q_{rodadura} = 2500 * 0.03 = 75 \text{kg/m}^2$$

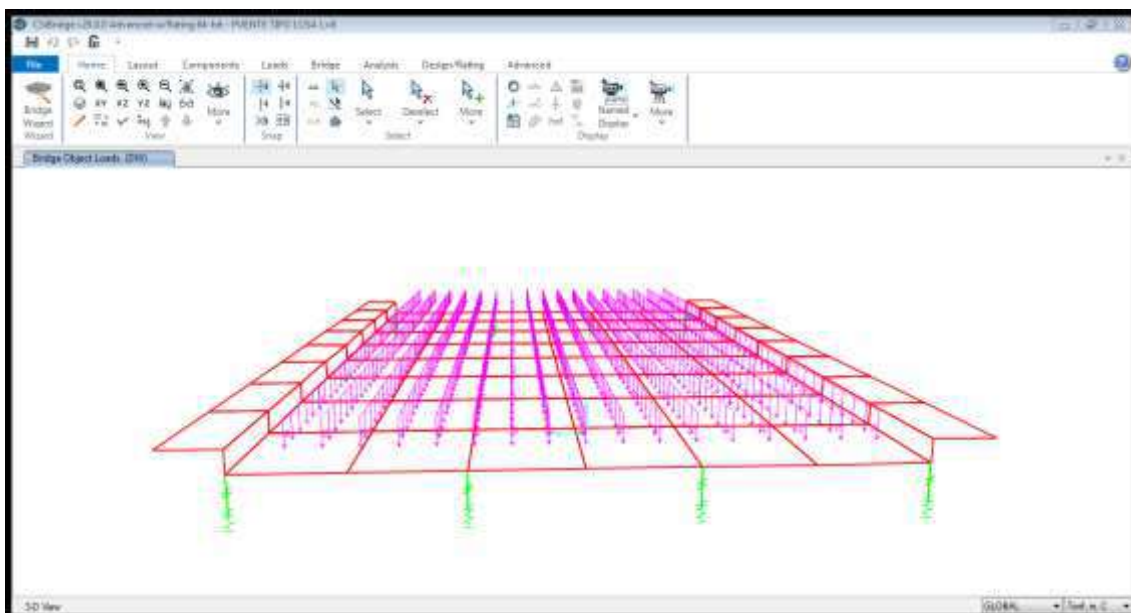


Figura Nro. 10: Asignación de la Carga de Vereda



6.2. CARGAS VIVAS

Esta carga viva se obtiene de las Especificaciones para el Diseño de Puentes AASHTO LRFD (AASHTO LRFD Bridge Design Specifications):

6.2.1. NÚMERO DE LÍNEAS DE DISEÑO

Por tratarse de un pontón rural se utilizarán 2 líneas de diseño de 2.00 metros de ancho.

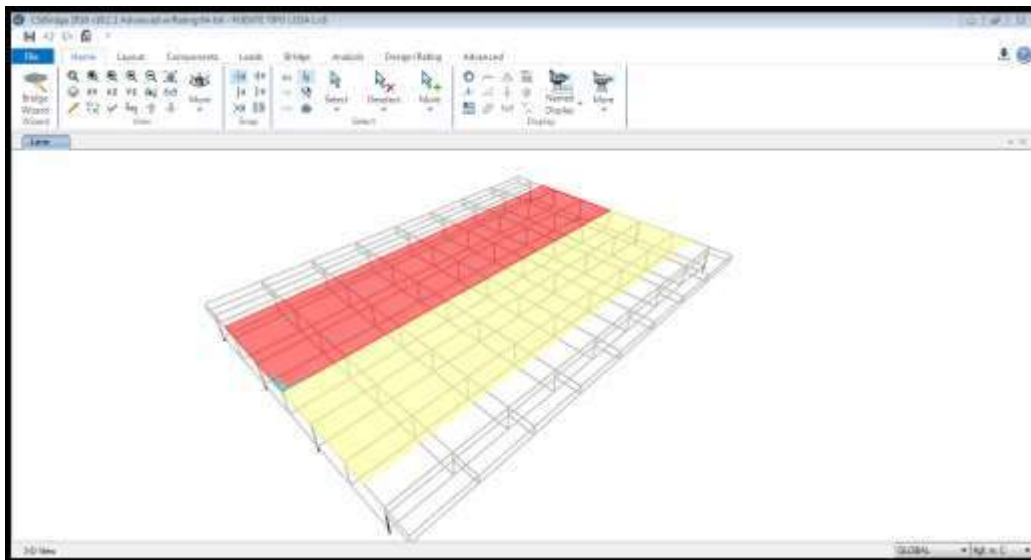


Figura Nro. 11: Líneas de Diseño

6.2.2. PEATONAL

$$Q_{\text{peatonal}} = 360 \text{ kg/m}^2$$

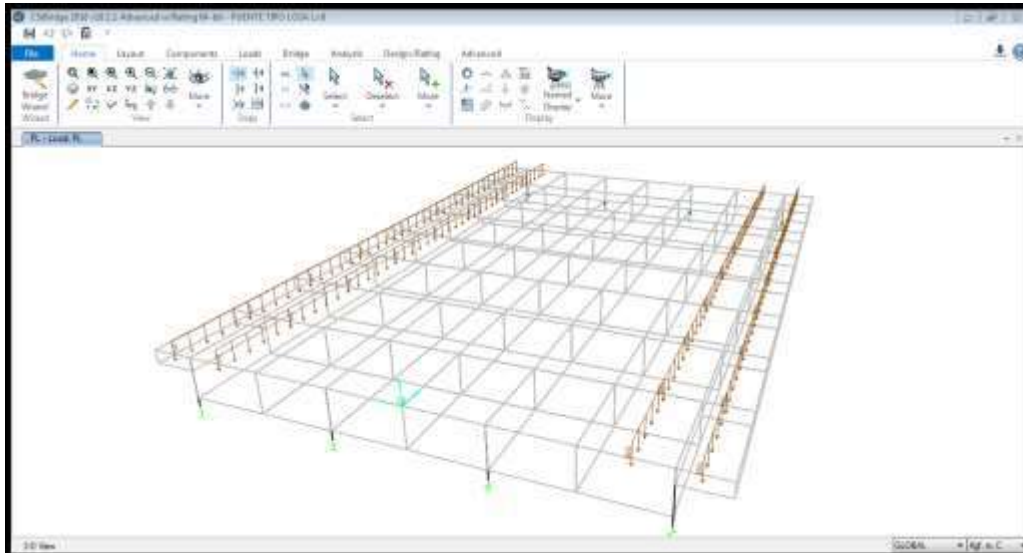


Figura Nro. 12: Asignación de Carga Peatonal

6.2.3. VEHÍCULO DE DISEÑO

Los vehículos de diseño se definieron de acuerdo a las especificaciones del AASHTO LRFD.

- a. El efecto del tándem diseño combinado con el efecto de la línea de carga consiste en dos ejes de 11,000 kg espaciados a 1.20m (tándem) y una carga uniforme de 970 kg/m distribuida sobre los tramos del Pontón (línea de diseño). Esta combinación está identificada por el Vehículo HL-93M.

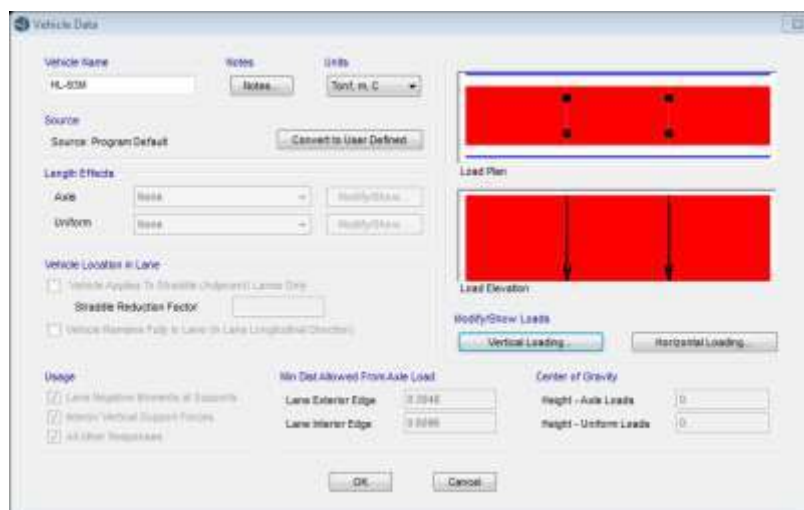




Figura Nro. 13: Tándem de diseño

- b. El efecto de un camión de diseño con espaciamiento variable entre ejes, combinado con el efecto de la línea de diseño es identificada por el vehículo HL-93K.



Figura Nro. 14: Camión de diseño

De acuerdo a lo indicado se ha cargado el modelo con los 2 tipos de vehículos (camiones de diseño) HL-93M y HL-93K.

Cuando los vehículos pasan a su velocidad de diseño producen vibraciones sobre la estructura y dicha vibración amplifica la carga estática de los vehículos. Para considerar el efecto se utilizarán factores de amplificación de carga dinámica, como lo indica las Especificaciones de la AASHTO-LRFD:

Tabla Nro. 02: Incremento por Carga Dinámica, IM

Componente	IM
Juntas del tablero - Todos los Estados Límites	75%
Todos los demás componentes	
• Estado Limite de fatiga y fractura	15%
• Todos los demás Estados Límites	33%

Fuente: LRFD AASHTO para el diseño de puentes



Para nuestro caso, el incremento por Carga Dinámica es de un 33%.

7. CUANTIFICACIÓN DE CARGAS SÍSMICAS

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas, se escogió un espectro generado por la Norma E030-2006.

Cuadro Nro. 01: Parámetros sísmicos

Zonificación, Condición Local y Uso:			
Zona=	4	Factor de zona (San Luis - Zona 4)	
Perfil de Suelo=	2	Suelos Intermedios	
Categoría=	C	Edificaciones Comunes	
Z=	0.45		
U=	1.00		
S=	1.05		
Tp=	0.60		
Tl=	2.00		
Ia=	1.00	Irregularidad en altura	
Ip=	1.00	Irregularidad en Planta	
Coeficiente de Reducción:			
X-X:	Ro=	1.50	Espectro Elastico
	R=	1.50	
Y-Y:	Ro=	8.00	Espectro Elastico
	R=	8.00	

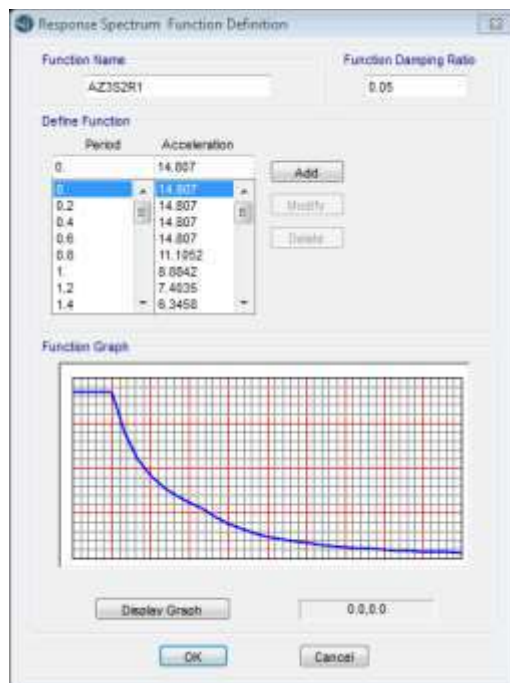


Figura Nro. 15: Espectro de Respuesta



8. COMBINACION DE CARGAS

Las combinaciones de cargas seleccionadas para el análisis y diseño del Pontón, como indica el capítulo 3.4.1 del AASHTO-LRFD, con esta sección fueron:

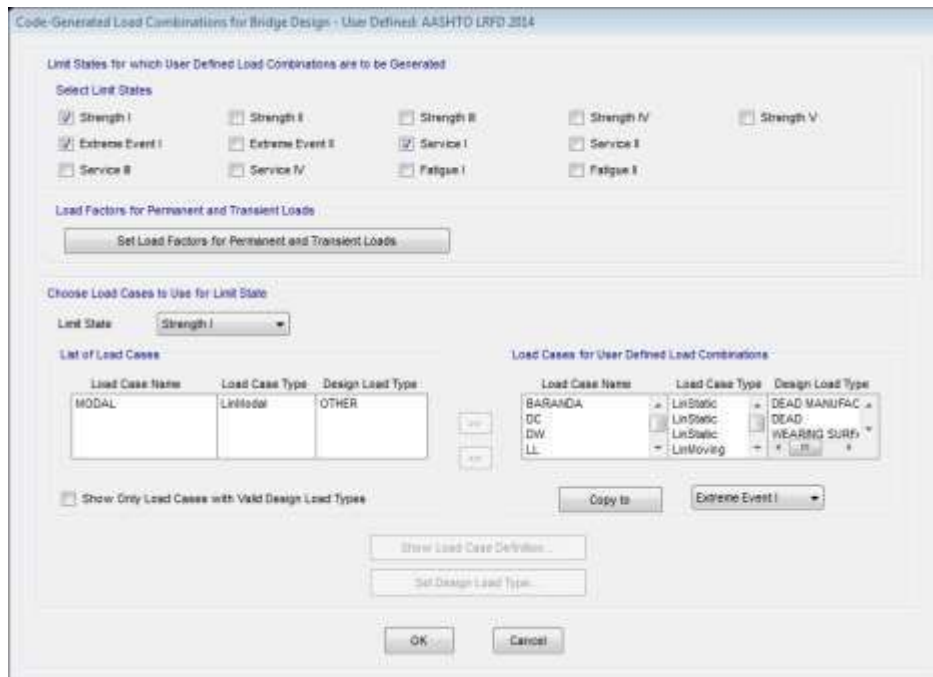


Figura Nro. 16: Combinación de Cargas

9. DEFORMACIONES

Para los criterios de control de deflexiones la norma AASHTO LRFD nos proporciona la siguiente tabla:

Tabla Nro. 03: Deflexiones Permitidas

- Carga vehicular, general..... Longitud/800.
- Cargas vehiculares y/o peatonales..... Longitud/1000.
- Carga vehicular sobre voladizos..... Longitud/300, y
- Cargas vehiculares y/o peatonales sobre voladizos ..
..... Longitud/375

Fuente: LRFD AASHTO para el diseño de puentes



$$\Delta_{\max} = L/800 = 8/800 = 1.00 \text{ cm}$$

Las deformaciones obtenidas fueron:

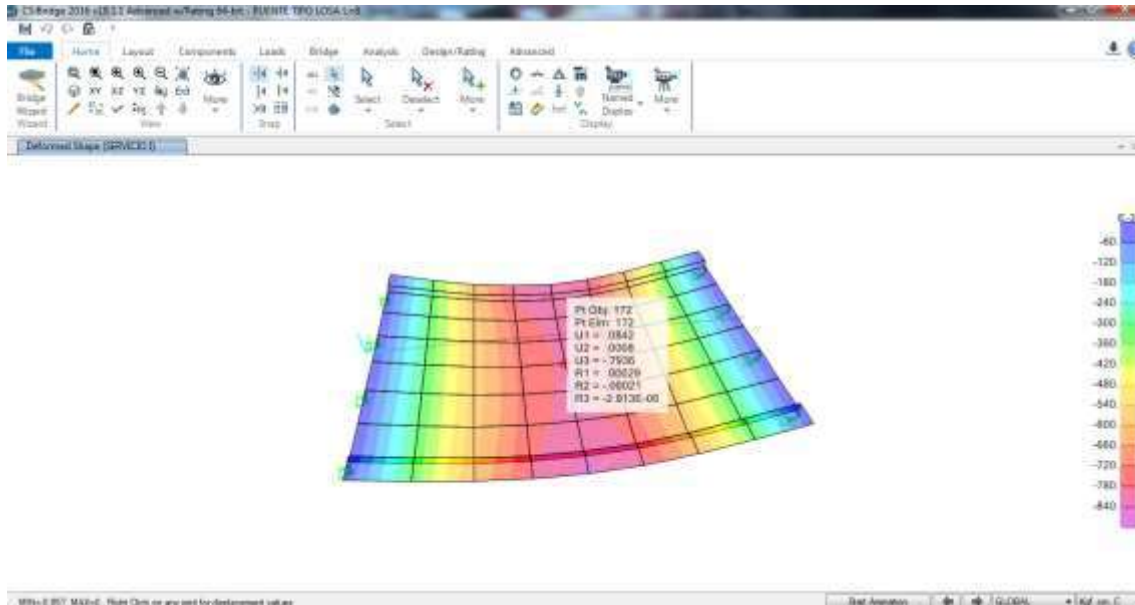


Figura Nro. 17: Deflexión del pontón

La máxima deformación se produce en el centro, con un desplazamiento de 0.7936 centímetros.

Por lo tanto la estructura esta dentro de los límites de deflexión.

10. DISEÑO DE COMPONENTES DE CONCRETO ARMADO

10.1. DISEÑO DE LA LOSA

10.1.1. DISEÑO POR FLEXION

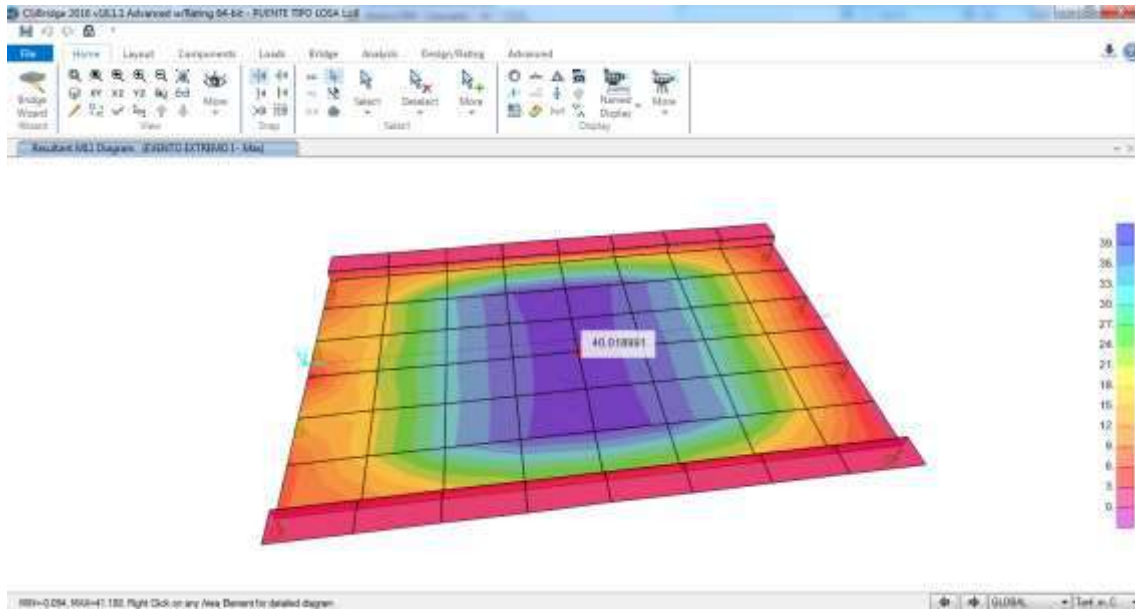


Figura Nro. 18: Diagrama de Momentos de la Losa

MOMENTO MAXIMO: 40.02 tonxm

$$k_u = \frac{M_u \times 10^5}{b \times d^2} = \frac{40.02 \times 10^5}{100 \times 46^2} = 18.913$$

De tablas: $\rho=0.0054$ para $f'c=280$ kg/cm²

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0054 \times 100 \times 56 = 30.24cm^2$$

Usar: \emptyset 1"

$$s = \frac{5.07 \times 100}{30.24} = 16.7658cm$$

$$s = 15cm$$

Entonces usar: **\emptyset 1" @ 0.15 m**

10.1.2. ARMADURA DE DISTRIBUCION

$$\%A_{sDistribucion} = \frac{1750}{\sqrt{L(mm)}} \leq 50\%$$



$$\%A_{S_{Distribucion}} = \frac{1750}{\sqrt{8000}} = 19.57\% \leq 50\%$$

$$\%A_{S_{Distribucion}} = 19.57\%A_S$$

$$\%A_{S_{Distribucion}} = 19.57\% \times 30.24 = 5.918\text{cm}^2$$

Usar: \emptyset 1/2"

$$s = \frac{1.27 \times 100}{5.918} = 21.46\text{cm}$$

$$s = 20\text{cm}$$

Entonces usar: \emptyset 1/2" @ 0.20 m

10.1.3. ARMADURA DE TEMPERATURA Y CONTRACCIÓN DE FRAGUA

$$A_{S_{temperatura}} = 0.75 \frac{A_{geometrica}(\text{mm}^2)}{F_y(\text{MPa})} \text{ En cada direccion}$$

$$A_{S_{temperatura}} = 0.75 \frac{1000 \times 500}{420} = 892.857 \text{mm}^2/\text{m}$$

$$A_{S_{temperatura}} = 8.93 \text{cm}^2/\text{m}$$

Usar: \emptyset 5/8"

$$s = \frac{1.98 \times 100}{8.93} = 22.17\text{cm}$$

$$s = 22\text{cm}$$

Entonces usar: \emptyset 5/8" @ 0.22 m

10.2. DISEÑO DE LA VEREDA

10.2.1. ACERO PRINCIPAL

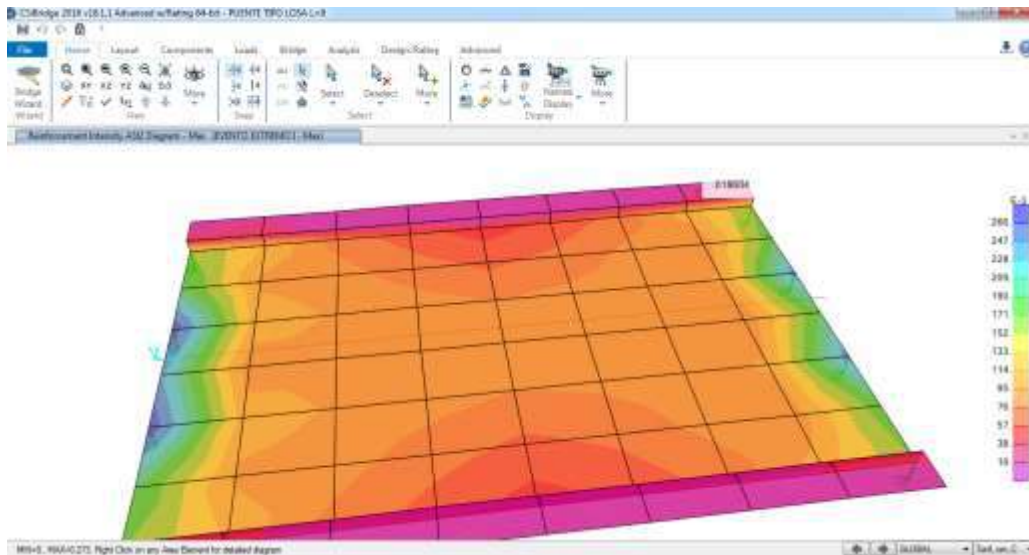


Figura Nro. 19: Distribución del Acero (cm²/m) en las Veredas

Asmin

$\rho_{min} = 0.0018$

$h = 15 \text{ cm}$

$As_{min} = 2.2 \text{ cm}^2/\text{m}$

Usar: 3/8"

$A_{acero} = 0.71 \text{ cm}^2$

Espaciamiento (s): 32.87 cm

Usar: 30 cm

10.2.2. ACERO DE TEMPERATURA

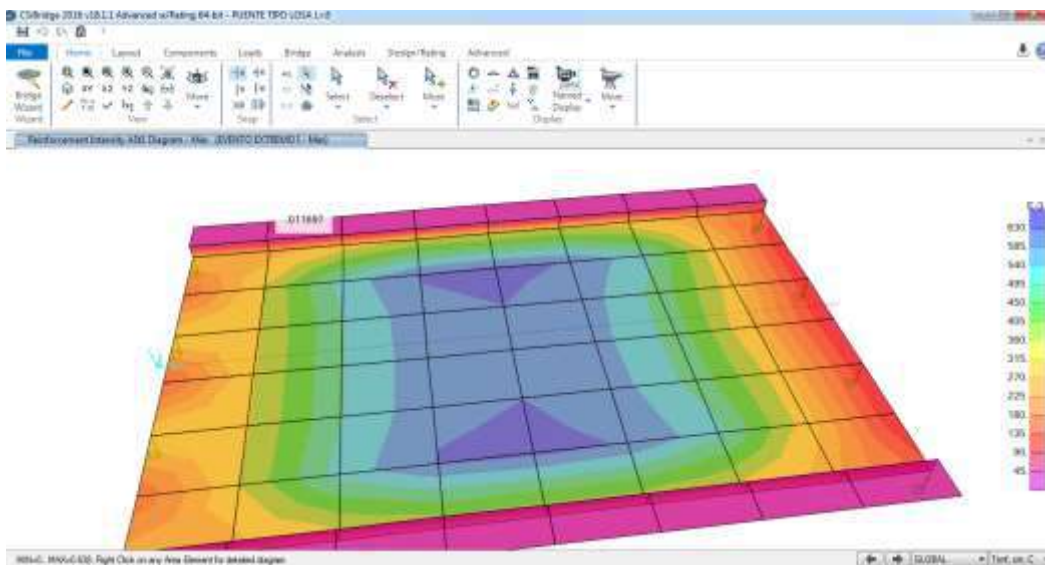




Figura Nro. 20: Distribución del Acero (cm²/m) en las Veredas

Astem		
pmin=	0.0018	
h=	15	cm
Asmin=	2.7	cm ² /m
Usar:	3/8	"
Acero=	0.71	cm ²
Espaciamento (s):	26.30	cm
Usar:	20	cm

10.3. DISTRIBUCION DEL ACERO

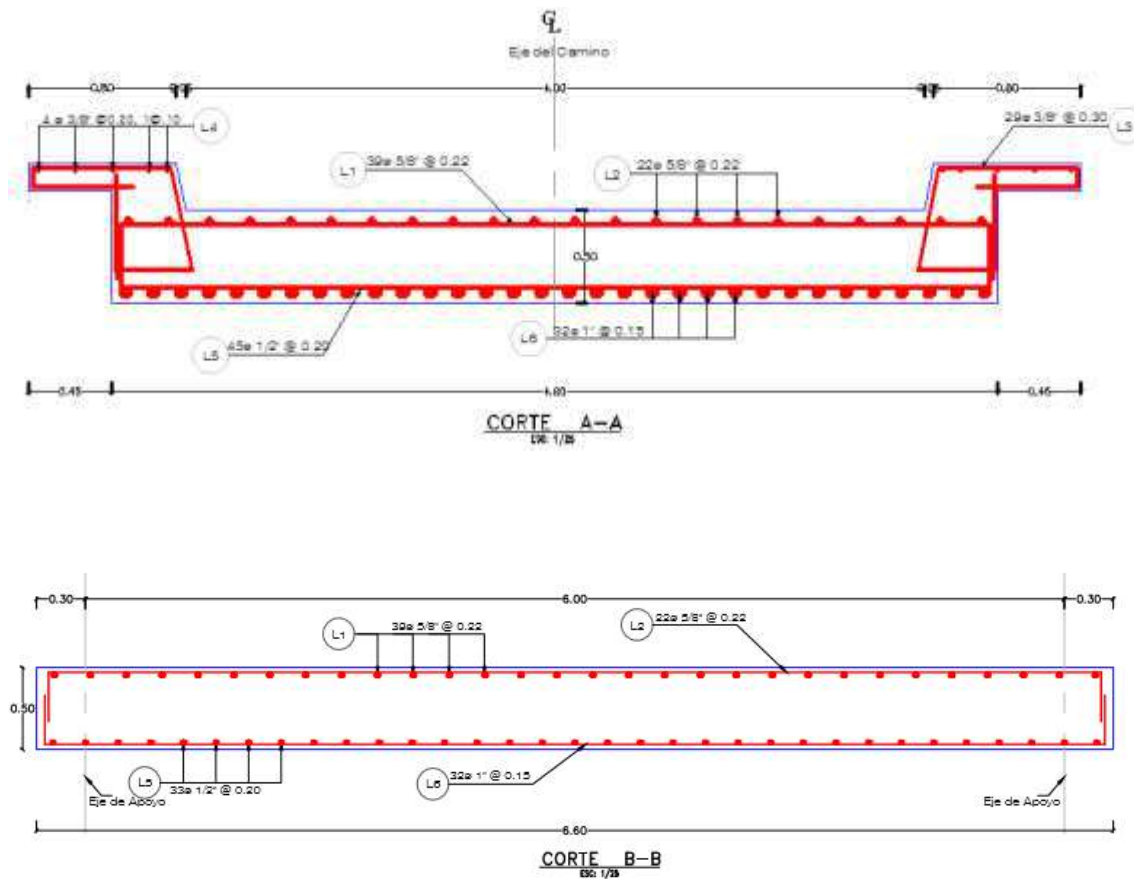


Figura Nro. 21: Distribución del Acero