

ANEJO DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

4.- APÉNDICE 4: PASO SUPERIOR PS308.2

PASO SUPERIOR 308.20

ÍNDICE	Pág.
1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	1
1.2.- NORMATIVA UTILIZADA	1
1.2.1.- Normas de Acciones.....	1
1.2.2.- Normas de Construcción	1
1.3.- PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS	2
2.- BASES DE CÁLCULO	2
2.1.- CRITERIOS DE SEGURIDAD	2
2.1.1.- Acciones	2
2.1.1.1.- Valores característicos de las acciones	2
2.1.1.1.1.- Acciones permanentes.....	2
2.1.1.2.- Acciones permanentes de valor no constante.....	3
2.1.1.2.1.- Acciones variables.....	5
2.1.1.2.2.- Acciones del Viento	7
2.1.1.2.3.- Acción térmica	8
2.1.1.2.4.- Acciones accidentales.....	9
2.1.1.3.- Valores representativos de las acciones	10
2.1.1.3.1.- Acciones permanentes (G)	11
2.1.1.3.2.- Acciones permanentes de valor no constante (G*).	11
2.1.1.3.3.- Acciones variables (Q).	11
2.1.1.3.4.- Acciones accidentales (A)	11
2.1.1.4.- Valores de cálculo de las acciones	11
2.1.1.4.1.- Estados límites últimos (E.L.U.).....	11
2.1.1.4.2.- Estados límites de servicio (E.L.S.).....	12
2.1.1.5.- Combinación de acciones	12
2.1.1.5.1.- Estados límites últimos.	12
2.1.1.5.2.- Estados Límite de Servicio	13
2.1.2.- Características de los materiales	13
2.1.2.1.- Especificación de los materiales.....	13
2.1.2.2.- Módulo de elasticidad.....	14
2.1.2.3.- Módulo de elasticidad transversal	14
2.1.2.4.- Coeficiente de dilatación térmica	14
2.1.2.5.- Recubrimientos.....	14
2.1.2.6.- Requisitos de durabilidad	14
2.1.2.7.- Niveles de control.....	14
2.1.2.7.1.- Niveles de control establecidos.....	15
3.- CÁLCULO DEL TABLERO	16
4.- CÁLCULO DE ESTRIBOS Y SU CIMENTACIÓN.....	17
5.- CÁLCULO DE PILAS Y SU CIMENTACIÓN.....	18

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura objeto de este anejo de cálculo perteneciente al Proyecto de Construcción Plan Navarra 2012 del Corredor Cantabrico – Mediterraneo de Alta Velocidad, tramo Castejón – Comarca de Pamplona en su subtramo 3.2: Olite – Tafalla, permite el paso sobre las vías en el P.K. 308+224.

El tablero está constituido por una viga monoartesa prefabricada con losa de compresión, con una longitud total de 65,00 m distribuida en un vano central de 25,00 m y dos vanos extremos de 20,00 m.

La sección transversal está compuesta por la viga monoartesa de 1.10 m de canto y una losa de compresión in situ, de canto variable entre 0.24 y 0.43 m, con un voladizo máximo de 3.87 m. El ancho total de la sección es de 12,20 m distribuidos en una calzada de 9,00 m y dos aceras laterales de 1,60 m provistas de un pretil de hormigón para separación del tráfico y valla de protección antivandálica.

La sección transversal tiene una anchura superior de 12,20 m e inferior de 3,80 m. La longitud de los voladizos es de 3,87 m siendo de canto variable de 0,20 a 0,43 m. El canto total de la sección es de 1,53 m, constante en toda la longitud y con un peralte variable que se consigue con un incremento de canto en las alas de la artesa hasta alcanzar 1,14 m y un canto total de tablero de 1,59 m.

Longitudinalmente, se trata de un puente tipo cantiléver con un tramo central de luz 18.90 m apoyado isostáticamente en dos tramos laterales de longitud total 23,0 m que se sustentan en pilas y estribos y dejan un voladizo de 3 m a cada lado. Toda la estructura tiene un fuerte esviaje de 51.3 gon para adaptarse a la línea del FFCC que circula bajo la misma.

El tablero se apoya en las pilas mediante aparatos de neopreno zunchado. Las pilas son 1,00 m de diámetro separados 3,715 m según el esviaje del FFCC. La cimentación de las pilas se realiza con una zapata combinada de dimensiones 10 x 5 x 1,50 trabajando a una tensión máxima de 320 kPa.

Ambos estribos se realizan con estribos cerrados con aletas, apoyados sobre el terreno natural mediante cimentación directa. Se disponen juntas transversales en ambos estribos.

En cada estribo se han dispuesto cuatro aparatos de apoyo anclados o pegados de neopreno zunchado, dos de ellos de dimensiones 300 x 400 x 93 (56) mm en extremos y dos de 400 x 500 x 84 (55) y dos juntas transversales de 102 mm de recorrido, una en cada estribo.

Para la elaboración del proyecto se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación. Se distingue entre documentos relativos a las acciones a considerar y documentos referentes a la resistencia de la estructura.

1.2.- NORMATIVA UTILIZADA

Para la elaboración del proyecto se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación. Se distingue entre documentos relativos a las acciones a considerar y documentos referentes a la resistencia de la estructura

1.2.1.- Normas de Acciones

(1) Ministerio de Fomento. “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)” (Orden FOM/2842/2011 de 29 de septiembre). Esta normativa recoge los criterios sobre acciones definidos en la normativa europea EN-1991-2:2003/AC:2010 por lo que se puede asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de interoperabilidad en el diseño de las estructuras.

(2) Ministerio de Fomento. “Norma de construcción sismorresistente: puentes. (NCSP-07)” (Real Decreto 637/2007 de 18 de mayo de 2007).

(3) EN-1991-2:2003/AC:2010. Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Cargas de tráfico en puentes

1.2.2.- Normas de Construcción

(4) Ministerio de Fomento. “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE – 08)”.

(5) EN 1337-3:2005 199 “Apoyos estructurales. Parte 3: Apoyos elastoméricos”.

1.3.- PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS

Para el cálculo y dimensionamiento de la estructura se han empleado los siguientes programas:

- Programa “Emparrillado” para el cálculo de las acciones sobre las vigas que conforman el tablero
- Programas “Estribos”, “Pilas” y “Zapcomb” para la comprobación y dimensionamiento de los estribos, pilas y zapatas combinadas.
- Diversas hojas de cálculo en Excel y Mathcad para el análisis de detalles y cálculos generales.

2.- BASES DE CÁLCULO

2.1.- CRITERIOS DE SEGURIDAD

Para justificar la seguridad de las estructuras, objeto de este Anejo y su aptitud en servicio, se utilizará el método de los estados límites.

Los estados límites se clasifican en:

- estados límites de servicio
- estados límites últimos

a) Estados límites de servicio (E.L.S.)

Se consideran los siguientes:

- E.L.S. de deformaciones que afecten a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que causen daño a elementos no estructurales.
- E.L.S. de vibraciones inaceptables para los usuarios del puente o que puedan afectar a su funcionalidad o provocar daños en elementos no estructurales.

- E.L.S. de plastificaciones en zonas localizadas de la estructura que puedan provocar daños o deformaciones irreversibles. Uno de los objetivos de la comprobación de este E.L.S. es evitar los fenómenos de fatiga.

- E.L.S. de compresión excesiva del hormigón.

- E.L.S. de fisuración del hormigón traccionado.

b) Estados límites últimos (E.L.U.)

Los estados límites últimos que se deben considerar son los siguientes:

- E.L.U. de pérdida de equilibrio, por falta de estabilidad de una parte o la totalidad de la estructura, considerada como un cuerpo rígido.

- E.L.U. de rotura, por deformación plástica excesiva, inestabilidad local o pérdida de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.

- E.L.U. de fatiga, por fisuración progresiva bajo cargas repetidas.

2.1.1.- Acciones

2.1.1.1.- *Valores característicos de las acciones*

Con carácter general se consideran los criterios especificados en la Instrucción relativa a acciones a considerar en puentes de carretera (IAP). Para alguna acción particular se han considerado los criterios definidos en otras instrucciones o recomendaciones, enumeradas en 2.2.1.

2.1.1.1.1.- Acciones permanentes

Se refiere a los pesos de los elementos que constituyen la obra, y se supone que actúan en todo momento, siendo constante en magnitud y posición. Están formadas por el peso propio, las acciones horizontales de terreno sobre estos estribos y muros y la carga muerta.

Peso propio

La carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para la densidad los siguientes valores:

- Acero estructural 78,5 kN/m³
- Hormigón armado pretensado 25,0 kN/m³

Carga muerta

- Pavimento: Para el cálculo se ha considerado una densidad de 24,0 kN/m³. Dada la diferencia entre los espesores previstos en proyecto y los reales de construcción, se definen dos valores extremos para esta acción:

- o Valor mínimo: Se obtiene con el espesor teórico de 8 cm previsto en proyecto
- o Valor máximo: Se obtiene incrementando en un 50% el espesor teórico.
- Piezas de borde: La carga se ha obtenido a partir de la geometría de las barreras flexibles, aceras, impostas y protecciones antivandálicas dispuestas en ambos extremos del tablero:
 - o Barreras y vallas: Para cada una se considera una carga de 10,0 kN/m.
- Acera e imposta: La carga se deduce a partir de las dimensiones geométricas de cada elemento:

P _{ac} =	5,00 kN/m ²
Hormigón de formas:	1,25 kN/m ²

2.1.1.2.- Acciones permanentes de valor no constante

Acciones reológicas Se han considerado los criterios de cálculo y formulación marcados en la EHE-08 para elementos de hormigón armado y pretensado.

Acciones debidas a asientos del terreno de cimentación

Para considerar los asientos del terreno de cimentación se emplea un modelo de suelo elástico tipo Winkler con un módulo de reacción variable en función de la estructura y que se define en el anejo de geotecnia del proyecto.

Acciones debidas al terreno

En este apartado se consideran las acciones originadas por el terreno natural o de relleno, sobre los elementos del puente en contacto con él, fundamentalmente: estribos, aletas, muros de acompañamiento, etc.

La acción del terreno sobre la estructura es doble: peso sobre elementos horizontales y empuje sobre elementos verticales.

- El peso se determinará aplicando al volumen de terreno que gravita sobre la superficie del elemento horizontal, el peso específico del relleno vertido y compactado. En nuestro caso, se considera una densidad de 20,0 kN/m³.
- El empuje es función de las características del terreno y de la interacción terreno-estructura, de acuerdo con la formulación que se describe más adelante.
- En ningún caso, en que su actuación sea desfavorable para el efecto estudiado, el valor del empuje será inferior al equivalente empuje hidrostático de un fluido de peso específico igual a 5,0 kN/m³.
- En el caso en que exista una incertidumbre sobre la posible actuación del empuje de tierras, deberá no considerarse en los casos en que su actuación sea favorable para el efecto en estudio.

Se incluye en esta acción la posible presencia de sobrecargas de uso, actuando en la coronación de los terraplenes, que ocasionan un incremento de los pesos y empujes transmitidos por el terreno al elemento portante. La actuación de estas sobrecargas se considerará como una acción variable.

Se consideran dos límites en el empuje del terreno para el cálculo de la estructura: el empuje activo y el empuje al reposo.

Empuje activo

A efectos del cálculo de estabilidad y tensiones en el terreno, se considera una ley triangular, actuando sobre un plano vertical desde la parte final del talón. La ley de empujes es efectiva desde la superficie del terreno. Los coeficientes de empuje considerados han sido los que proporciona el Estado de Rankine:

$$\lambda_h = \cos^2 \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}} \Rightarrow \text{Coef. de empuje horizontal}$$

$$\lambda_v = \sin \beta \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}} \Rightarrow \text{Coef. de empuje vertical}$$

siendo:

φ ángulo de rozamiento interno del relleno

β ángulo que forma el talud de coronación con la horizontal

A efectos del cálculo estructural del alzado del muro, se considera una ley triangular actuando desde la sección inferior del mismo hasta su coronación. Se admite que el relleno del trasdós es de la suficiente calidad como para suponer que el empuje es el correspondiente al Estado de Coulomb, con un ángulo de rozamiento tierras-muro de δ .

$$\lambda_h = \frac{\sin^2 (\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha - \beta)}} \right]^2} \Rightarrow \text{Coef. de empuje horizontal}$$

siendo:

δ ángulo de rozamiento tierras-muro

α ángulo que forma el trasdós con la horizontal

Tomando los siguientes parámetros estándar para el relleno se tiene:

- $\varphi = 30^\circ$
- $C = 0 \text{ kPA}$
- $\alpha = 0^\circ$

Se obtiene un coeficiente de empuje activo de valor $\lambda_H = 0.33$

Empuje al reposo

Para la evaluación del empuje al reposo de las tierras se empleará la fórmula de Jaky

$$\lambda_0 = 1 - \sin \varphi \Rightarrow \text{Coef. de empuje horizontal}$$

Para los parámetros de relleno considerados anteriormente se tiene un coeficiente de $\lambda_0 = 0.50$

Empuje pasivo

Para la evaluación del empuje pasivo se supone una ley triangular actuando desde la parte superior de la puntera, sin tener en cuenta, por tanto, el relleno situado sobre la misma.

$$\lambda_n = 0,5 \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \Rightarrow \text{Coef. de empuje horizontal}$$

Se considera un coeficiente parcial de seguridad de 0,5 en la formulación de Rankine, para tener en cuenta la incertidumbre en el valor de esta acción.

El coeficiente de seguridad al vuelco debe ser superior a 2.00, y el de seguridad al deslizamiento superior a 1.50.

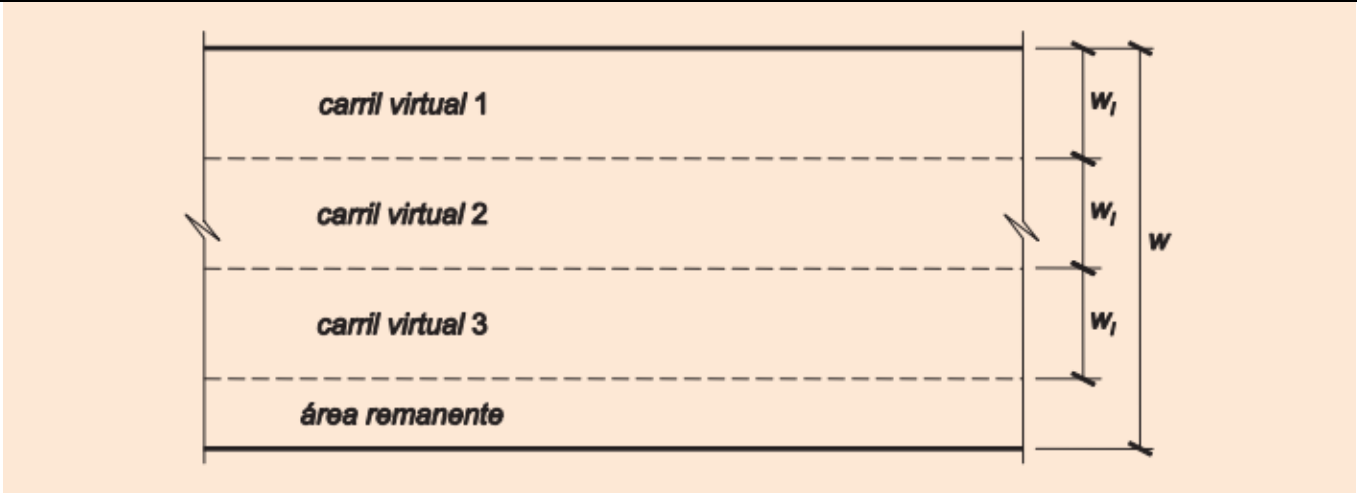
2.1.1.2.1.- *Acciones variables*

a) **Sobrecarga Vertical**

División de la plataforma del tablero en carriles virtuales

Se procede con la división propuesta en la Instrucción IAP-11 de la plataforma en Carriles Virtuales. Para un ancho de plataforma de 12.20 m, se tienen un total de 3 carriles de 3 m c.u. y un ancho remanente de 3.2 m.

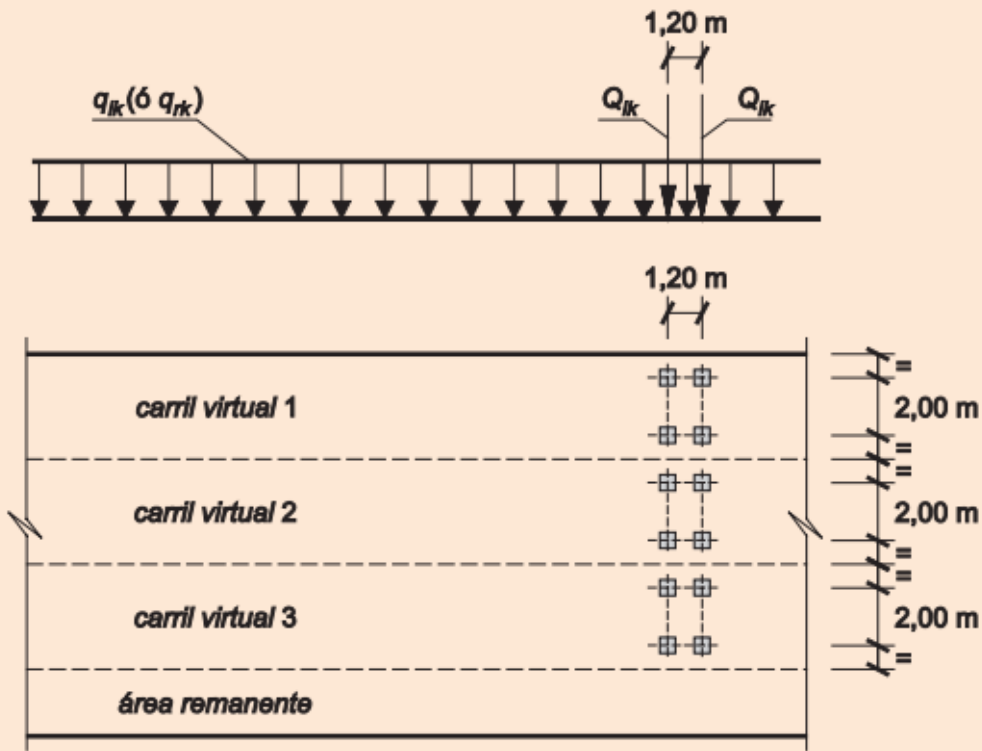
ANCHURA DE LA PLATAFORMA (w)	NÚMERO DE CARRILES VIRTUALES (n_l)	ANCHURA DEL CARRIL VIRTUAL (w_l)	ANCHURA DEL ÁREA REMANENTE
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_l = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_l = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$w \geq 6 \text{ m}$	$n_l = \text{ent}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3n_l$



Definición del tren de cargas

El tren de cargas que está compuesto por:

- a)Una carga uniformemente distribuida sobre el carril virtual de valor variable en función de carril virtual considerado
- b)Un vehículo pesado, formado por dos cargas puntuales, también función del carril virtual considerado:



De acuerdo con la Instrucción IAP – 11, se considerará una fracción de la carga vertical, como componente horizontal de frenado y arranque.

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot 2Q_{1k} + 0,1 \, q_{1k} \, w_1 \, L$$

Siendo L la distancia entre juntas de dilatación del tablero.

Este valor de Q_{lk} está limitado a los siguientes valores:

$$180 \, \text{kN} \leq Q_{lk} \leq 900 \, \text{kN}$$

- Fuerza centrífuga y otras fuerzas transversales

Se determinarán de acuerdo al punto 4.1.3.2 de la Instrucción según las siguientes expresiones:

$$Q_{tk} = 0,2 \, Q_v \quad \text{si} \quad r < 200 \, \text{m}$$

$$Q_{tk} = 40 \, \frac{Q_v}{r} \quad \text{si} \quad 200 \, \text{m} \leq r \leq 1500 \, \text{m}$$

$$Q_{tk} = 0 \quad \text{si} \quad r > 1500 \, \text{m}$$

c) Grupos de cargas de tráfico

Para la concomitancia de las acciones horizontales y verticales anteriormente definidas se considerarán los siguientes casos, de acuerdo con la tabla 4.1 -C de la Instrucción:

b) Acciones Horizontales

- Frenado y Arranque:

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO 2 Q _{ik} [kN]	SOBRECARGA UNIFORME q _{ik} (ó q _{rk}) [kN/m ²]
Carril virtual 1	2 · 300	9,0
Carril virtual 2	2 · 200	2,5
Carril virtual 3	2 · 100	2,5
Otros carriles virtuales	0	2,5
Área remanente (q _{rk})	0	2,5

GRUPOS DE CARGAS ⁽¹⁾	PLATAFORMA					ACERAS
	CARGAS VERTICALES			FUERZAS HORIZONTALES		CARGAS VERTICALES
	VEHÍCULOS PESADOS	SOBRECARGA UNIFORME	AGLOMERACIÓN DE PERSONAS	FRENADO Y ARRANQUE	FUERZA CENTRIFUGA Y TRANSVERSAL	
gr 1 (Cargas verticales)	Valor característico (apartado 4.1.2.1)	Valor característico (apartado 4.1.2.1)	-	-	-	Valor reducido: 2,5 kN/m ²
gr 2 (Fuerzas horizontales)	Valor reducido ⁽²⁾ : $\psi_1 Q_{ik}$	Valor reducido ⁽²⁾ : $\psi_1 q_{ik}$	-	Valor característico (apartado 4.1.3.1)	Valor característico (apartado 4.1.3.2)	-
gr 3 (Peatones)	-	-	-	-	-	Valor característico (apartado 4.1.2.2)
gr 4 (Aglomeraciones)	-	-	Valor característico (apartado 4.1.2.2)	-	-	Valor característico (apartado 4.1.2.2)

- (1) La denominación de los grupos de cargas hace referencia a la componente dominante del grupo
- (2) Se define como valor reducido el que corresponde al valor frecuente que figura en la *tabla 6.1-a*, es decir:
 $\psi_1 = 0,75$ para los vehículos pesados
 $\psi_1 = 0,40$ para la sobrecarga uniforme

Esta velocidad básica fundamental se obtiene la velocidad básica mediante la expresión:

$V_b = C_{dir} C_{season} V_{b,0}$



Donde, para el caso en cuestión todos los valores se pueden considerar como la unidad.

Dado que el periodo de retorno a considerar es de 100 años, la velocidad básica será necesario escalarla por un factor de probabilidad de valor $C_{prob} = 1.04$.

En función de la altura del elemento y del tipo de entorno (que se clasifica en el caso de aplicación como entorno tipo II), la velocidad media se obtiene a partir de la expresión:

2.1.1.2.2.- *Acciones del Viento*

La acción de viento se define en el apartado 4.2 de la Instrucción IAP, La velocidad básica fundamental de viento para la localidad de San Bartolomé de Tormes se determina a partir del mapa de isotacas para 50 años de periodo de retorno del CTE, obteniendo un valor de 26 m/s.

$$v_m(z) = c_r(z) c_o v_b(T)$$

Finalmente, el empuje del viento se obtiene mediante la expresión:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \rho v_b^2(T) \right] c_e(z) c_f A_{ref}$$

Donde

F_w	empuje horizontal del viento [N]
$\frac{1}{2} \rho v_b^2(T)$	presión de la velocidad básica del viento q_b [N/m ²]
ρ	densidad del aire, que se tomará igual a 1,25 kg/m ³
$v_b(T)$	velocidad básica del viento [m/s] para un periodo de retorno T
c_f	coeficiente de fuerza del elemento considerado (figura 4.2-b)
A_{ref}	área de referencia, que se obtendrá como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la dirección del viento [m ²]
$c_e(z)$	coeficiente de exposición en función de la altura z calculado según la fórmula siguiente ¹ :

$$c_e(z) = k_r^2 \left[c_o^2 \ln^2 \left(\frac{z}{z_0} \right) + 7 k_l c_o \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right] \quad \text{para } z \geq z_{min}$$

Los diferentes factores de c_f se obtendrán a partir de la tabla 4.2b de la Instrucción:

	$\frac{B}{h}$	$\leq 0,2$	0,4	0,6	0,7	1,0	2,0	5,0	$\geq 10,0$
	c_f	2,0	2,2	2,35	2,4	2,1	1,85	1,0	0,9

	$c_f = 1,4$		<div> sección circular con superficie lisa y tal que: </div> <div> $\varnothing v_b(T) \sqrt{c_e(z)} > 6 \text{ m}^2/\text{s}$ </div> <div> $c_f = 0,7$ </div>	<div> sección circular con superficie rugosa^(*), o lisa tal que: </div> <div> $\varnothing v_b(T) \sqrt{c_e(z)} < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ </div> <div> $c_f = 1,2$ </div>
--	-------------	--	---	---

	$c_f = 1,8$		$c_f = 1,6$		$c_f = 1,45$		$c_f = 1,3$
--	-------------	--	-------------	--	--------------	--	-------------

	$c_f = 1,6$		$c_f = 2,2$		$c_f = 2,0$
--	-------------	--	-------------	--	-------------

2.1.1.2.3.- Acción térmica

La definición de la acción térmica se encuentra en el apartado 4.3 de la Instrucción IAP-11. Para el caso del tablero considerado se adopta un tablero tipo 3 de hormigón.

Se distinguen dos acciones térmicas independientes:

- Componente uniforme de la acción térmica

La componente uniforme de temperatura, para un $T = 50$ años, se obtiene de la Figura 4.3 a de la Instrucción, obteniendo para la localidad de Segovia un valor de unos 35°C.

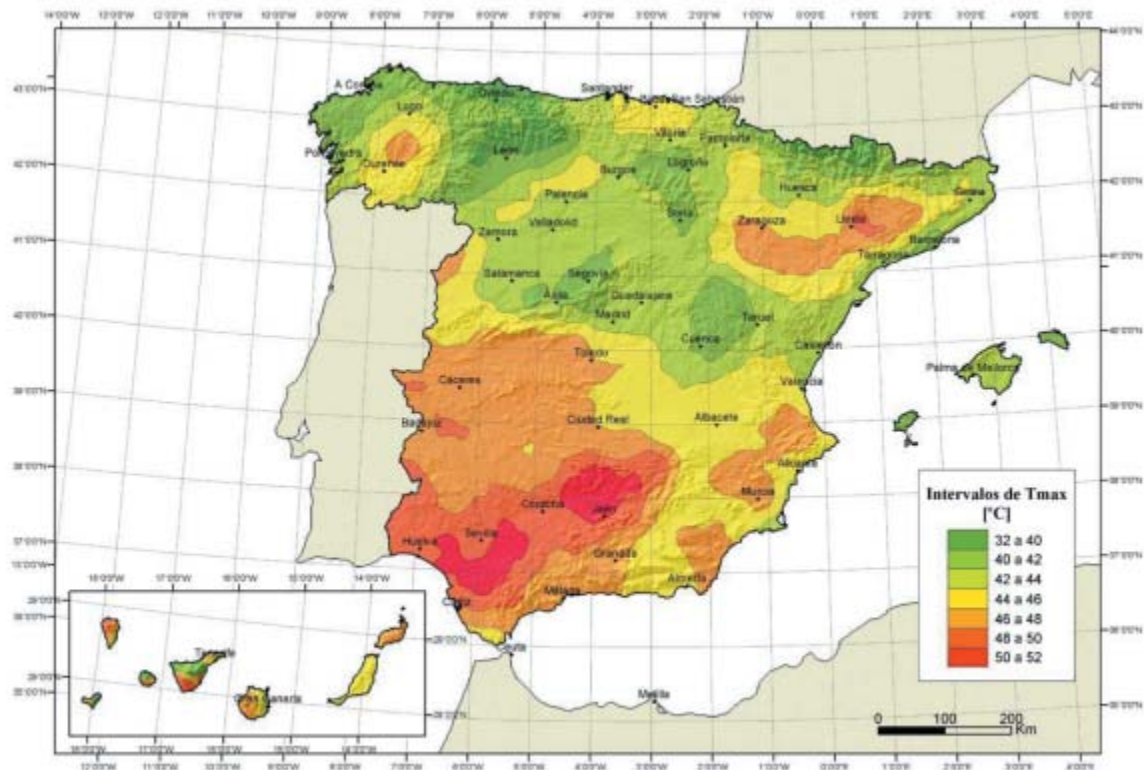


FIGURA 4.3-a ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [°C]
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

En cuanto a la temperatura mínima, de acuerdo con la tabla 4.3 -a de la citada instrucción, y teniendo en cuenta la altitud de la zona, se obtiene un valor mínimo de -20°C, ajustando los valores para el periodo de retorno de 120 años se tienen respectivamente:

$T_{ret} = 120$

$$T_{max} := T_{max50} \cdot \left(0.781 - 0.056 \cdot \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T_{ret}} \right) \right) \right) = 36.71$$
$$T_{min} := T_{min50} \cdot \left(0.393 - 0.156 \cdot \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T_{ret}} \right) \right) \right) = -22.784$$

Por lo que siguiendo la definición de la Instrucción los valores máximos y mínimos de la temperatura se obtienen como:

Para tablero mixto se tiene

$\Delta T_{emin} := 4$ $\Delta T_{emax} := 4$

$T_{emin} := T_{min} + \Delta T_{emin} = -18.784$

$T_{emax} := T_{max} + \Delta T_{emax} = 40.71$

- Componente de diferencia de temperatura

Para el tablero tipo 2 se consideran 18° de diferencia máxima

Teniendo en cuenta el pavimento del tablero y la impermeabilización del mismo se pueden afectar los valores de los siguientes factores reductores.

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento ⁽¹⁾	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

⁽¹⁾ Estos valores representan valores límite superiores para superficies de color oscuro.

2.1.1.2.4.- Acciones accidentales

Acciones sísmicas

Se aplica la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSP-07. Esta Norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la realización de los diferentes proyectos.

Según el apartado 1.2.3. de la Norma, ésta norma es de obligada aplicación, excepto en los siguientes casos:

- En las construcciones de moderada importancia.
- En las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g; siendo g la aceleración de la gravedad.

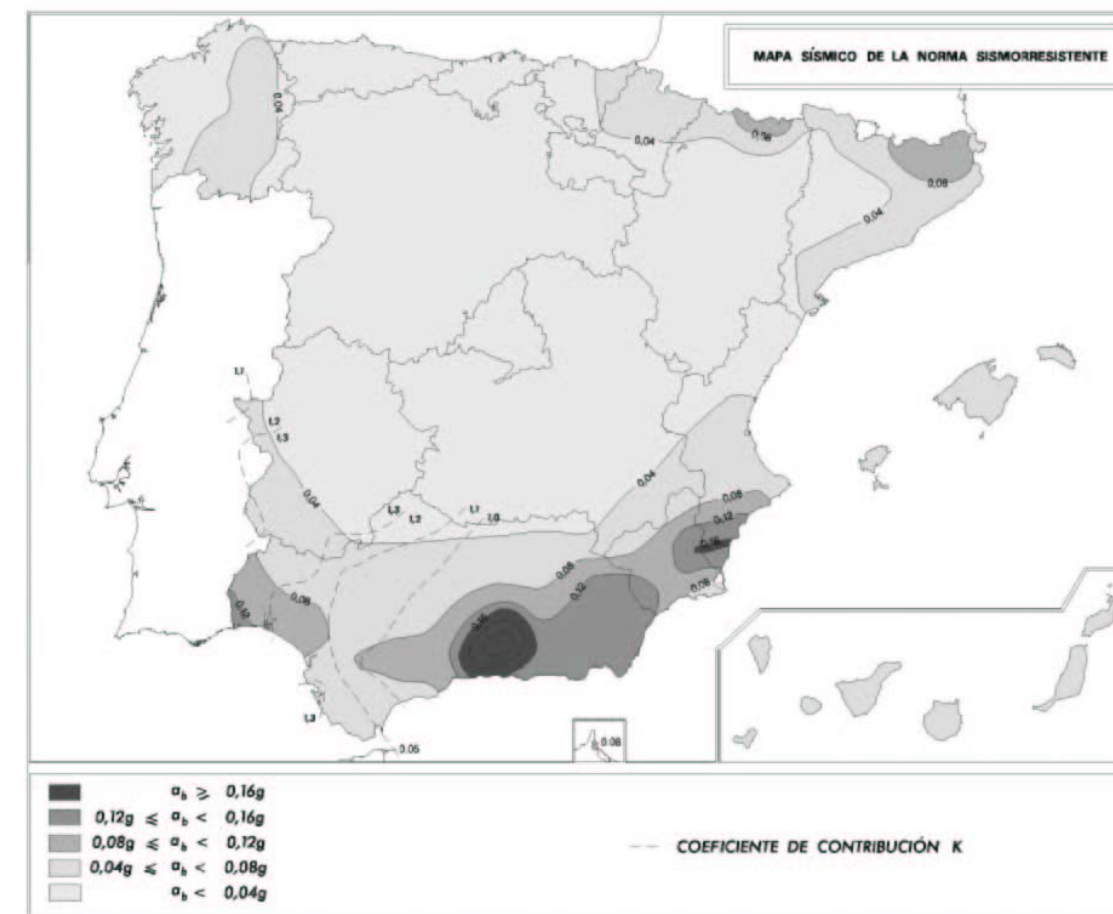
La Norma considera que una aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g no genera solicitaciones peores que las demás hipótesis de carga, dada la diferencia de coeficientes de seguridad y de acciones simultáneas que deben considerarse con el sismo.

De acuerdo con la NCSP-07, nos encontramos en el grupo de “Importancia del puente NORMAL”.

Se define en el apartado 3.1. de la Norma por medio del Mapa de Peligrosidad Sísmica y en el anejo 1 de la norma se detalla por municipios los valores de la aceleración sísmica básica iguales o superiores a 0.04 g.

De esta forma se fija, para cada zona del territorio español, el valor de la aceleración sísmica básica a_b . Este valor es característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años.

Se incluye a continuación el mapa de peligrosidad sísmica recogido en la NCSP-07.



En este caso, la aceleración básica de la localidad de Tafalla, no figura en el listado de localidades con aceleraciones básicas superiores a 0,04 g, por lo que la acción sísmica no debe ser considerada.

2.1.1.3.- Valores representativos de las acciones

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la Instrucción, IAP relativos a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de Carreteras.

Las acciones se definen, en su magnitud, por sus valores representativos.

Una misma acción puede tener un único o varios valores representativos, según se indica a continuación, en función del tipo de acción.

2.1.1.3.1.- Acciones permanentes (G)

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico o G_k .

2.1.1.3.2.- Acciones permanentes de valor no constante (G^*).

- Acciones originadas por presolicitaciones: Se considerará, para las acciones originadas por las presolicitaciones, definidas en el punto 2.2.3.1.2, un único valor representativo, coincidente con el valor característico $P_{k,t}$, correspondiente al instante “t” en el que se realiza la comprobación.
- Reológicas: se considerará, para las acciones de origen reológico, un único valor representativo, coincidente con el valor característico $R_{k,t}$, correspondiente al instante “t” en el que se realiza la comprobación.

2.1.1.3.3.- Acciones variables (Q).

Cada una de las acciones variables puede considerarse con los siguientes valores representativos:

- Valor característico Q_k : valor de la acción cuando actúa aisladamente.
- Valor de combinación $\psi_0 Q_k$: valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
- Valor frecuente $\psi_1 Q_k$: valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil del puente.
- Valor casi permanente $\psi_2 Q_k$: valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil del puente.

Los valores de los coeficientes ψ son los siguientes:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,75/0.40	0,75/0.40	0,00

Nota: Se empleará el valor 0,75 para ψ_0 en el caso del vehículo pesado y 0.40 para la fracción de sobrecarga uniforme

2.1.1.3.4.- Acciones accidentales (A)

Para las acciones accidentales se considera un único valor representativo coincidente con el valor característico A_k .

2.1.1.4.- Valores de cálculo de las acciones

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la Instrucción, IAP relativos a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carreteras.

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad γ a los valores representativos de las acciones, definidos en el apartado anterior.

2.1.1.4.1.- Estados límites últimos (E.L.U.)

Para los coeficientes parciales de seguridad γ se tomarán los siguientes valores básicos:

Concepto		Situaciones persistentes y transitorias		Situaciones accidentales	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Acciones permanentes (1), (2)		$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones permanentes	Pretensado (P1), (3)	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Pretensado (P2), (4)	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
de valor no constante	Reológicas	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Acciones del terreno	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones variables		$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,35$	$\gamma_Q = 0,0$	$\gamma_Q = 1,0$
Acciones accidentales				$\gamma_A = 1,0$	$\gamma_A = 1,0$

NOTAS.

Los coeficientes $\gamma_G = 1,0$ y $\gamma_Q = 1,35$, se aplicarán a la totalidad de la acción, según su efecto sea favorable o desfavorable.

En el caso de la carga de pavimento, se considerará para la totalidad de la acción:

- El valor representativo inferior $G_{k,inf}$ ponderado por $\gamma_G = 1,0$, cuando su efecto sea favorable.
- El valor representativo superior $G_{k,sup}$ ponderado por $\gamma_G = 1,35$, cuando su efecto sea desfavorable.

Se ha considerado una única hipótesis de carga tomando el valor representativo superior $G_{k,sup}$ ponderado por $\gamma_G = 1,35$.

2.1.1.4.2.- Estados límites de servicio (E.L.S.)

Para los coeficientes parciales de seguridad γ se tomarán los siguientes valores:

Concepto		Situaciones persistentes y transitorias	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Acciones permanentes		$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones permanentes de valor no constante	Pretensado (P ₁)	$\gamma_G = 0,9$	$\gamma_G = 1,1$
	Pretensado (P ₂)	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Reológicas	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Acciones del terreno	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones variables		$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,0$

2.1.1.5.- Combinación de acciones

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la Instrucción, IAP, relativos a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras.

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea, según los criterios generales que se indican a continuación.

2.1.1.5.1.- Estados límites últimos.

Situaciones persistentes y transitorias

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realizará de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$ = valor representativo de cada acción permanente.

$G^*_{k,j}$ = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.

$Q_{k,1}$ = valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante.

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$ = valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

Situaciones accidentales.

Por tratarse de una situación accidental en la que no se considera el sismo la combinación de las distintas acciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i} + \gamma_A A_K$$

donde:

$G_{k,1}, G^*_{k,\varphi}$ = valores representativos.

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ = valor frecuente de la acción variable dominante.

$\psi_{2,i} Q_{k,ii}$ = valores casi-permanentes de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.

A_K = valor característico de la acción accidental.

2.1.1.5.2.- Estados Límite de Servicio

Para estos estados se considerarán únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

Combinación característica (poco probable o rara):

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinación frecuente:

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinación casi-permanente:

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

2.1.2.- Características de los materiales

2.1.2.1.- Especificación de los materiales

		COEF. SEGUR.	CONTROL
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20	No estructural	
Hormigón en cimentaciones	HA-30/B/20/IIa+Qb	$\gamma_c = 1,50$	ESTADÍSTICO
Hormigón en alzado de pilas	HA-30/B/20/IIb+H	$\gamma_c = 1,50$	ESTADÍSTICO
Hormigón de Vigas	HP-60/AC/12/IIb+H	$\gamma_c = 1,50$	ESTADÍSTICO
Hormigón de losa in situ	HA-35/B20/IIb+H	$\gamma_c = 1,50$	ESTADÍSTICO
Acero de armar	B500S	$\gamma_s = 1,15$	NORMAL
Acero de pretensado en vigas	Y 1860 S7	$\gamma_p = 1,15$	NORMAL

2.1.2.2.- Módulo de elasticidad

Para tener en cuenta la variación del módulo de elasticidad con el tiempo se ha considerado la siguiente expresión:

$$E_c(t) = E_{c,28} \sqrt{e^{s \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}}\right)}}$$

Siendo:

$E_c(t)$ el módulo de elasticidad en el instante t

$E_{c,28}$ el módulo de elasticidad a los 28 días

t el instante considerado, expresado en días a partir de la fecha de hormigonado.

s un parámetro en función del tipo de cemento:

- 0,20 para cementos con alta resistencia y endurecimiento rápido
- 0,25 para cementos con resistencia con endurecimiento normal
- 0,38 para cementos con endurecimiento lento

Para $E_{c,28}$ se tomará el valor:

$$E_{c,28} = 10.000 \sqrt[3]{f_{ck} + 8MPa}$$

Con f_{ck} y $E_{c,28}$ en MPa.

2.1.2.3.- Módulo de elasticidad transversal

El módulo de elasticidad transversal se obtiene a través de la expresión:

$$G = \frac{G}{2(1 + \nu)}$$

Siendo ν el coeficiente de Poisson de valor 0.2

2.1.2.4.- Coeficiente de dilatación térmica

Se adopta un valor de $\alpha = 10^{-5}$

2.1.2.5.- Recubrimientos

El valor nominal del recubrimiento, de acuerdo con el Artículo 37.2.4. de la Instrucción EHE, será:

$$r_{mon} = r_{min} + \Delta r$$

Para elementos in situ con nivel intenso de control de ejecución $\Delta r = 5 \text{ mm}$

Para elementos no prefabricados, ambiente IIa+Qb y hormigones de resistencia inferior a 40 N/mm²

$$r_{min} = 40 \text{ mm}$$

Para elementos no prefabricados, ambiente IIb+H y hormigones de resistencia inferior a 40 N/mm²

$$r_{min} = 35 \text{ mm}$$

Para elementos prefabricados, ambiente IIb+H y hormigones de resistencia superior a 40 N/mm²

$$r_{min} = 30 \text{ mm}$$

2.1.2.6.- Requisitos de durabilidad

De acuerdo con el Artículo 37.3.2. de la Instrucción EHE, se deberán cumplir las siguientes especificaciones para los diferentes ambientes:

	IIa + Qb	IIb+ H
Máxima relación a/c	0,50	0,55
Mínimo contenido de cemento	300	300

2.1.2.7.- Niveles de control

El control de calidad de los elementos de hormigón armado abarca el control de materiales y el control de la ejecución.

Control de materiales

El control de la calidad del hormigón y de sus materiales componentes, así como el control del acero se efectuará según lo establecido en la “Instrucción de Hormigón Estructural, EHE”.

El fin del control es verificar que la obra terminada tiene las características de calidad especificadas en el proyecto, que son las generales de la Instrucción EHE. La realización del control se adecuará al nivel adoptado en el proyecto.

Control de la ejecución

El control de la calidad de la ejecución de los elementos de hormigón se efectuará según lo establecido en la “Instrucción de Hormigón Estructural, EHE”

Existen diferentes niveles de control. La realización del control se adecuará al nivel adoptando para la elaboración del proyecto.

2.1.2.7.1.- Niveles de control establecidos.

En el proyecto se adoptan los siguientes niveles de control según la definición de EHE:

- Acero. Todos los casos: Normal
- Hormigón. Todos los casos: Estadístico
- Ejecución. Todos los casos: Intenso

Corresponde a la Dirección de Obra la responsabilidad de la realización de los controles anteriormente definidos.

3.- CÁLCULO DEL TABLERO



Off-Site
Structural Research, S.L.

ALVIPRE

ROVER INFRAESTRUCTURAS

CORREDOR CANTÁBRICO – MEDITERRÁNEO DE ALTA VELCIDAD

TRAMO: CASTEJÓN – COMARCA DE PAMPLONA

SUBTRAMO: TAFALLA (S) -TAFALLA

PASO SUPERIOR PS-308.2

ANEJO DE CÁLCULOS

JULIO 2020 (REV.: 02)

ÍNDICE

1. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO3

1.1. NORMATIVAS EMPLEADAS3

1.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL3

1.3. CARGAS APLICADAS3

1.4. DURABILIDAD8

1.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS9

1.6. COEFICIENTES PARCIALES PARA COMPROBACIONES RESISTENTES9

1.7. COMBINACIÓN DE ACCIONES10

1.8. DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN11

1.9. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS11

1.10. MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA11

2. DESCRIPCION DEL PROGRAMA EMPARRILLADOS13

3. CALCULO DEL TABLERO13

3.1. MODELO EMPARRILLADO VANO 113

3.1. COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN DEL VANO CENTRAL26

3.2. COMPROBACIÓN A CORTANTE DE LA VIGA CENTRAL28

3.3. ARMADURA DE LOSA29

4. DISEÑO DE APARATOS DE APOYO35

4.1. REACCIONES VERTICALES35

4.2. REACCIONES Y CONCOMITANTES35

4.3. ACCIONES HORIZONTALES38

4.4. COMPROBACIÓN DE APARATOS DE APOYO39

1. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

La comprobación de la estructura se ha realizado según los principios de mecánica racional, con su adaptación al diseño estructural, establecida por la práctica ingenieril. Se han tenido en cuenta las normas de obligado cumplimiento en el territorio español, así como las recomendaciones y la normativa internacional de aplicación, cuando proceda. De acuerdo con ellas, el cálculo se ha realizado siguiendo el principio de los Estados Límites, que establece que la seguridad de la estructura en conjunto, o cualquiera de sus partes, se garantiza comprobando que la sollicitación no supera la respuesta última de las mismas. Este formato de seguridad se expresa sintéticamente mediante la siguiente desigualdad:

$Sd \leq Rd$

Donde Sd representa la sollicitación de cálculo aplicable en cada caso, y Rd la respuesta última de la sección o elemento.

Para la aplicación de este criterio de seguridad, se consideran tanto situaciones de servicio, como de agotamiento, esto es, Estados Límites de Servicio (ELS) y de Agotamiento (ELU), de acuerdo con las definiciones dadas para los mismos en las normativas de referencia. En principio, los Estados Límites Últimos están asociados a la rotura de las secciones o elementos. Para ello, se evalúan las sollicitaciones mediante la mayoración de los valores representativos de las acciones (en general característicos) utilizando los oportunos coeficientes parciales que luego se detallan. Las resistencias de las secciones o elementos se estiman mediante las características geométricas, y las resistencias minoradas de los materiales.

Por el contrario, los Estados Límites de Servicio están asociados a la pérdida de funcionalidad de la estructura. Las sollicitaciones se evalúan mediante sus valores representativos, en general sin mayorar, afectados de los oportunos coeficientes de combinación, para tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia simultánea de varias acciones. Las resistencias se estiman a partir de los valores nominales de las dimensiones y resistencias de los elementos o secciones de la estructura, sin minorar.

Los cálculos se realizarán mediante programas informáticas de aplicación general al cálculo de estructuras, así como mediante programas propios de diseño de elementos particulares. Los cálculos por ordenador se justifican mediante los oportunos listados de datos y resultados incluidos en el presente anejo. Adicionalmente, cuando sea preciso para la correcta comprensión de los resultados, así como para su oportuno chequeo, se realizarán comprobaciones manuales aproximadas, que justifiquen los órdenes de magnitud.

Se exponen a continuación los criterios y normativas empleadas en la realización de este anejo de cálculo.

1.1. NORMATIVAS EMPLEADAS

Para la realización de este apartado se ha considerado la siguiente normativa:

- Norma de construcción sismoresistente general (NCSE-02) y de puentes (NCSP-07).
- Instrucción sobre las Acciones a considerar en el proyecto de Puentes de carretera (IAP-11).
- Instrucción del hormigón estructural EHE-08.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera (MOPU 1982).
- Norma UNE-EN 1337-1. Apoyos estructurales. Parte 1: Reglas generales de diseño.
- Norma UNE-EN 1337-3. Apoyos estructurales. Parte 3: Apoyos elastoméricos.

1.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el cálculo del tablero se ha procedido a realizar varios modelos de cálculo que permitan la obtención de los esfuerzos existentes en la estructura de una forma que refleje lo más aproximadamente posible la realidad. Se han desarrollado diferentes modelos, planos con elementos tipo barra y espaciales que combinan elementos tipo placa con elementos barra. En estos modelos, cuyo objeto se detalle en el apartado de desarrollo del cálculo, se discretizan los diferentes elementos que componen el tablero: losas ampliación, zunchos etc.

1.3. CARGAS APLICADAS

Cargas permanentes

- a) Peso propio
- b) Cargas muertas
- c) Acciones diferidas derivadas de retracción, fluencia y Temperatura
- d) Cargas horizontales

Sobrecargas

- e) Sobrecargas de uso: Dentro de ésta última están incluida las acciones horizontales producidas por el frenado, Arranque y fuerza centrífuga.
- f) Acciones térmicas: variación uniforme de la temperatura y gradiente térmico.
- g) Viento

Acciones accidentales

- h) No se han considerado las acciones accidentales de sismo por encontrarse esta estructura en una zona con una aceleración básica inferior a 0.04 g.

ACCIONES PERMANENTES:

ACCIONES PERMANENTES DE VALOR CONSTANTE (G):

PESO PROPIO

El correspondiente a considerar una densidad de los siguientes materiales:

- Peso específico del hormigón: $\gamma_h = 2,50 \text{ T/m}^3$

CARGAS MUERTAS

Los tipos de carga a considerar serán los siguientes:

- Peso específico del pavimento: $\gamma_p = 2.40 \text{ T/m}^3$ (e = 8 cm valor medio)
 - Valor inferior (Gk,inf) $q = 0.192 \text{ T/m}^2$
 - Valor superior (Gk,sup) $q = 0.288 \text{ T/m}^2$
- Peso barreras: $p_{ba} = 1.00 \text{ T/ml}$
- Peso aceras: $p_{ac} = 0.50 \text{ T/m}^2$
- Hormigón de formas (e = 5 cm valor medio): $p_h = 0.125 \text{ T/m}^2$

ACCIONES PERMANENTES DE VALOR CONSTANTE (G):

ACCIONES DEBIDAS AL TERRENO

No intervienen en el diseño del tablero

ACCIONES DEBIDAS AL ACORTAMIENTO DEL TABLERO POR RETRACCIÓN, FLUENCIA, EFECTO TÉRMICO DE VARIACIÓN UNIFORME DE TEMPERATURA

Se engloba en un valor total de 0.750 mm/m, los efectos del acortamiento por retracción y fluencia, junto con la variación uniforme de temperatura.

ACCIÓN VARIABLE (Q): SOBRECARGAS DE USO

VERTICAL: TREN DE CARGAS

A efectos de aplicación de esta Instrucción, se define como plataforma del tablero de un puente de carretera la superficie apta para el tráfico rodado (incluyendo, por tanto, todos los carriles de circulación, arcenes, bandas de rodadura y marcas viales) situada a nivel de calzada y comprendida entre los bordillos de las aceras laterales del tablero -si éstas existen- cuando tengan más de 150 mm de altura, o entre caras interiores de los pretiles del tablero, para el resto de los casos. A efectos de la aplicación de la componente vertical de la sobrecarga de uso sobre el tablero del puente, la plataforma, de ancho w, se dividirá en n_l carriles virtuales, de anchura w_l cada uno, con el criterio que se define en la tabla 4.1-a.

Tabla 4.1-a Definición de los carriles virtuales

Anchura de la plataforma (w)	Número de carriles virtuales (n _l)	Anchura del carril virtual (w _l)	Anchura del área remanente
w < 5,4 m	n _l = 1	3 m	w – 3 m
5,4 m < w < 6 m	n _l = 2	$\frac{w}{2}$	0
w > 6 m	n _l = ent $\left(\frac{w}{3} \right)$	3 m	w – 3 n _l

En el caso de que la plataforma esté dividida en dos o más partes separadas por una mediana:

- Si en la mediana se dispone una barrera fija e infranqueable, cada parte de la plataforma (incluidos arcenes, marcas viales, etc.) se dividirá de forma independiente en carriles virtuales.
- Si en la mediana se dispone un elemento móvil o rebasable, se tratará toda la plataforma del puente, incluida la mediana, como un único elemento.

La ubicación y numeración de cada carril virtual se determinará conforme a los criterios que se exponen a continuación:

- Para la comprobación de cada estado límite, se considerarán cargados los carriles que sean desfavorables para el efecto en estudio. El carril que genere el efecto más desfavorable se denominará carril 1, el segundo más desfavorable se denominará carril 2, y así sucesivamente (figura 4.1-a)
- Se empleará una única numeración de carriles para todo el tablero, aunque la plataforma soporte dos o más calzadas separadas por barreras fijas y no rebasables. Así pues, para el cálculo del tablero sólo habrá un carril 1, un carril 2, etc.
- Cuando existan varias calzadas soportadas por tableros separados, cada uno de ellos tendrá una numeración de carriles independiente, a efectos de las comprobaciones de los estados límite del tablero así como de la subestructura, si ésta es independiente para cada tablero. Si dichos tableros están soportados por la misma subestructura, pilas o estribos, a efectos del cálculo de esos elementos, se considerará una numeración de carriles única para el conjunto de los tableros

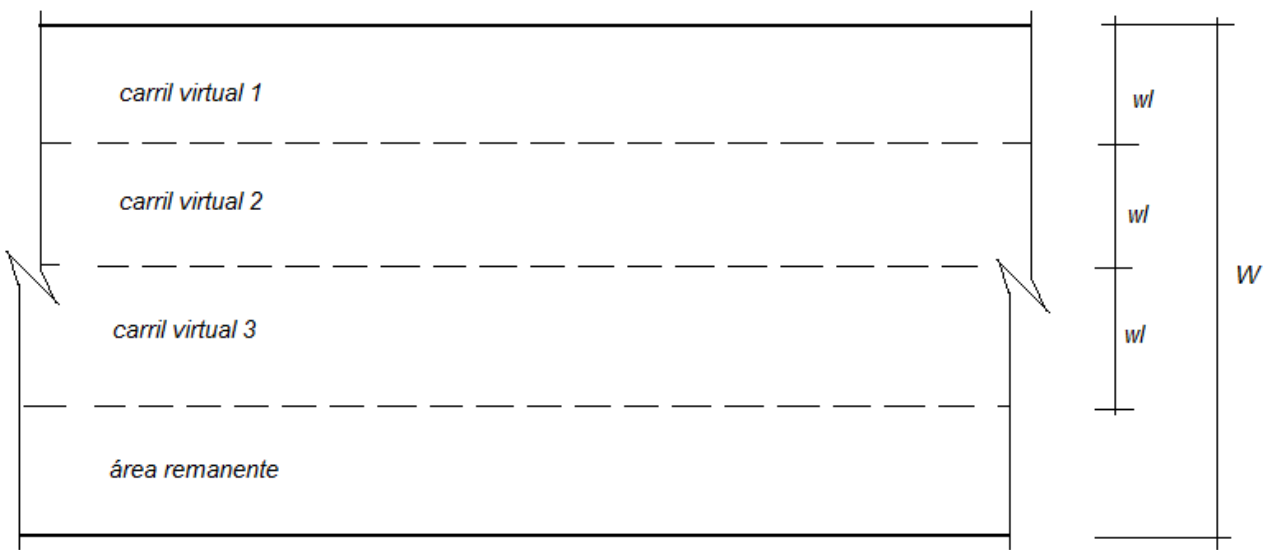


Figura 4.1-a Ejemplo genérico de distribución de carriles virtuales

Se considerará la acción simultánea de las cargas siguientes:

- a) Uno o más vehículos pesados, según el número de carriles virtuales. Cada vehículo pesado estará constituido por dos ejes, siendo Q_{ik} la carga de cada eje, indicada en la tabla 4.1-b., correspondiente al carril i.
- Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:
- En cada carril virtual se considerará la actuación de un único vehículo pesado de peso $2Q_{ik}$.
 - La separación transversal entre ruedas del mismo eje será de 2,00 m. La distancia longitudinal entre ejes será de 1,20 m (ver figura 4.1-b).
 - Las dos ruedas de cada eje tendrán la misma carga, que será por tanto igual a $0,5Q_{ik}$.
 - A efectos de las comprobaciones generales, se supondrá que cada vehículo pesado actúa centrado en el carril virtual (ver figura 4.1-b).
 - Para las comprobaciones locales, cada vehículo pesado se situará, transversalmente dentro de cada carril virtual, en la posición más desfavorable. Cuando se consideren dos vehículos pesados en carriles virtuales adyacentes, podrán aproximarse transversalmente, manteniendo una distancia entre ruedas mayor o igual que 0,50 m (ver figura 4.1-c).
 - Para las comprobaciones locales, la carga puntual de cada rueda de un vehículo pesado se supondrá uniformemente repartida en una superficie de contacto cuadrada de 0,4 m x 0,4 m (ver figura 4.1-c). Se considerará que esta carga se reparte con una pendiente 1:1 (H:V), tanto a través del pavimento como a través de la losa del tablero, hasta el centro de dicha losa.

- b) Una sobrecarga uniforme de valor q_{ik} , según la tabla 4.1-b, con las consideraciones siguientes:
- En el área remanente, se considerará la actuación de una sobrecarga uniforme de valor q_{rk} , según la tabla 4.1-b.
 - La sobrecarga uniforme se extenderá, longitudinal y transversalmente, a todas las zonas donde su efecto resulte desfavorable para el elemento en estudio, incluso en aquellas ya ocupadas por algún vehículo pesado.

Tabla 4.1-b Valor característico de la sobrecarga de uso

Situación	Vehículo pesado $2Q_{ik}$ [kN]	Sobrecarga uniforme q_{ik} (ó q_{rk}) [kN/m ²]
Carril virtual 1	2 x 300	9.0
Carril virtual 2	2 x 200	2.5
Carril virtual 3	2 x 100	2.5
Otros carriles virtuales	0.00	2.5
Área remanente (q_{rk})	0.00	2.5

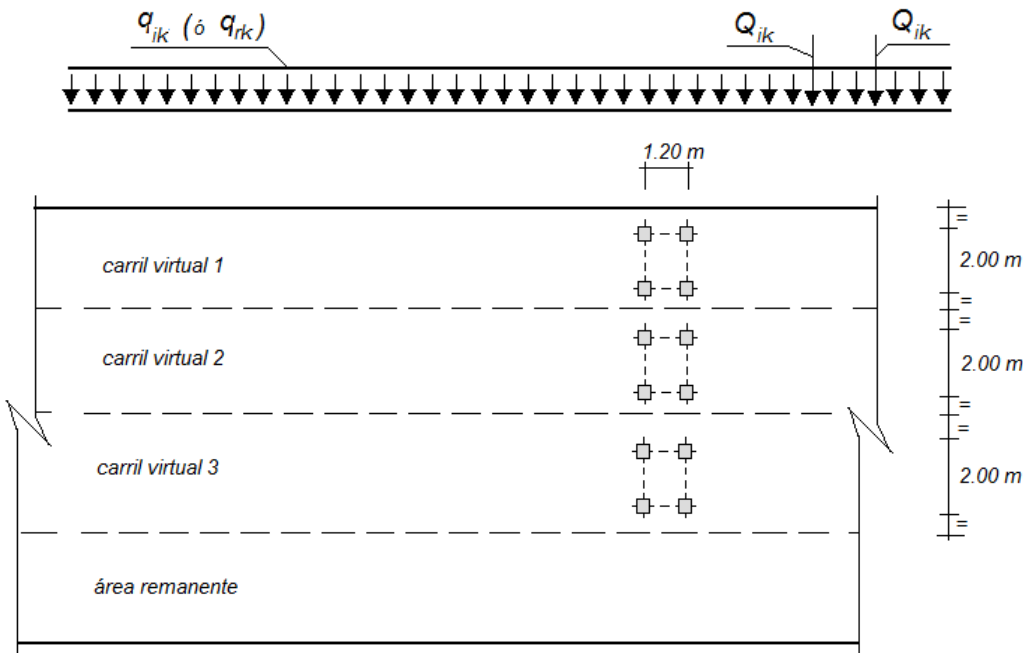


Figura 4.1-b Distribución de vehículos pesados y sobrecarga uniforme

- c) En zonas de uso peatonal se dispondrá una sobrecarga vertical repartida igual a 5 kN/m2.

HORIZONTAL: FRENADO Y ARRANQUE

El frenado, arranque o cambio de velocidad de los vehículos, dará lugar a una fuerza horizontal uniformemente distribuida en la dirección longitudinal de la carretera soportada por el puente, y se supondrá aplicada al nivel de la superficie del pavimento. En caso de que la vía disponga de carriles de sentidos opuestos de circulación, se considerará como de sentido único si esta hipótesis resulta más desfavorable.

El valor característico de esta acción Q_{lk} será igual a una fracción del valor de la carga característica vertical que se considere actuando sobre el carril virtual número 1, de acuerdo con la expresión:

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot 2Q_{1k} + 0,1 q_{1k} w_1 L$$

Siendo L la distancia entre juntas contiguas, o longitud del puente si éstas no existieran, y el significado de las demás variables el definido en el apartado anterior.

Para el caso de carril virtual de 3 m de anchura y $L > 1,20$ m, esta expresión queda como sigue:

$$Q_{lk} = 360 + 2,7 L$$

El valor de Q_{lk} estará limitado superior e inferiormente según lo indicado a continuación:

$$180 \text{ kN } Q_{lk} \text{ 900 kN}$$

HORIZONTAL: CENTRÍFUGA

En puentes de planta curva, los vehículos generan una fuerza transversal centrífuga Q_{tk} de valor:

$$Q_{tk} = 0.2 \times Q_v \quad \text{si } r < 200 \text{ m}$$

$$Q_{tk} = 40 \times \frac{Q_v}{r} \quad \text{si } 200 \text{ m} < r < 1500 \text{ m}$$

$$Q_{tk} = 0.00 \quad \text{si } r > 1500 \text{ m}$$

siendo:

$$Q_v = \sum Q_{ik} \text{ peso total de los vehículos pesados [kN]}$$

$$r = \text{radio del eje del tablero en planta [m]}$$

La fuerza Q_{tk} así definida se considerará como una fuerza puntual, en la superficie del pavimento, que actúa horizontalmente en dirección perpendicular al eje del tablero y en cualquier sección transversal del mismo. Además, en puentes curvos de radio menor de 1500 m, se tendrá en cuenta el efecto del derrape durante el frenado mediante una fuerza transversal Q_{tk} , en la superficie del pavimento, igual al 25% de la fuerza de frenado o arranque Q_{lk} , definida en el apartado anterior, que actúa simultáneamente con ella.

Dada la geometría de la estructura (tablero recto) la fuerza centrífuga es nula.

TREN DE CARGAS PARA LA COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE FATIGA

Para la comprobación del estado límite último de fatiga se considerarán las acciones variables repetidas producidas por la acción del tráfico que se prevé que actúen a lo largo de la vida útil del puente.

El efecto de estas cargas repetidas puede ser representado por el modelo de cargas para fatiga consistente en un vehículo de 4 ejes, de dos ruedas cada eje, que se representa en la figura 4.1-d. La carga en cada eje será de 120 kN y la superficie de contacto de cada rueda se tomará igual a un cuadrado de 0,40 x 0,40 m. La separación entre ejes y entre las ruedas de un mismo eje será la que se indica en la figura 4.1-d. A efectos de comprobación a fatiga no se considerará ninguna carga horizontal.

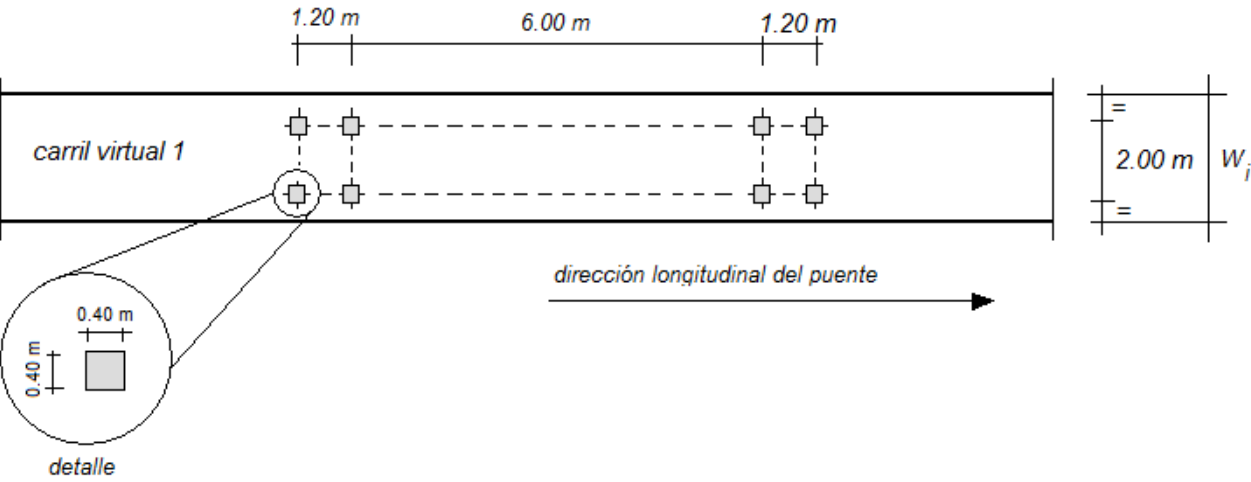


Figura 4.1-d Tren de cargas para la comprobación del estado límite de fatiga

Para el cálculo de las tensiones máximas y mínimas que produce el modelo de cargas de fatiga se considera la actuación de un sólo vehículo como el definido en el párrafo anterior. Este vehículo se supondrá centrado en el carril virtual 1 (el más desfavorable para el efecto estudiado)

El modelo de cargas definido incluye el coeficiente de impacto correspondiente a una superficie de rodadura de buena calidad (según ISO 8608). Para la comprobación de aquellos elementos estructurales que estén a una distancia menor de 6 m de una junta de calzada se tomará un factor de amplificación dinámico adicional de 1,3.

Alternativamente al vehículo definido anteriormente, para la comprobación del estado límite de fatiga, se podrán emplear datos reales de tráfico, ajustados o extrapolados, en su caso, por métodos estadísticos apropiados, previa autorización de la Dirección General de Carreteras. Estos datos de tráfico deberán ser multiplicados por el correspondiente factor de amplificación dinámico, que tendrá en cuenta entre otros aspectos la regularidad superficial del pavimento.

EMPUJE SOBRE BARANDILLAS

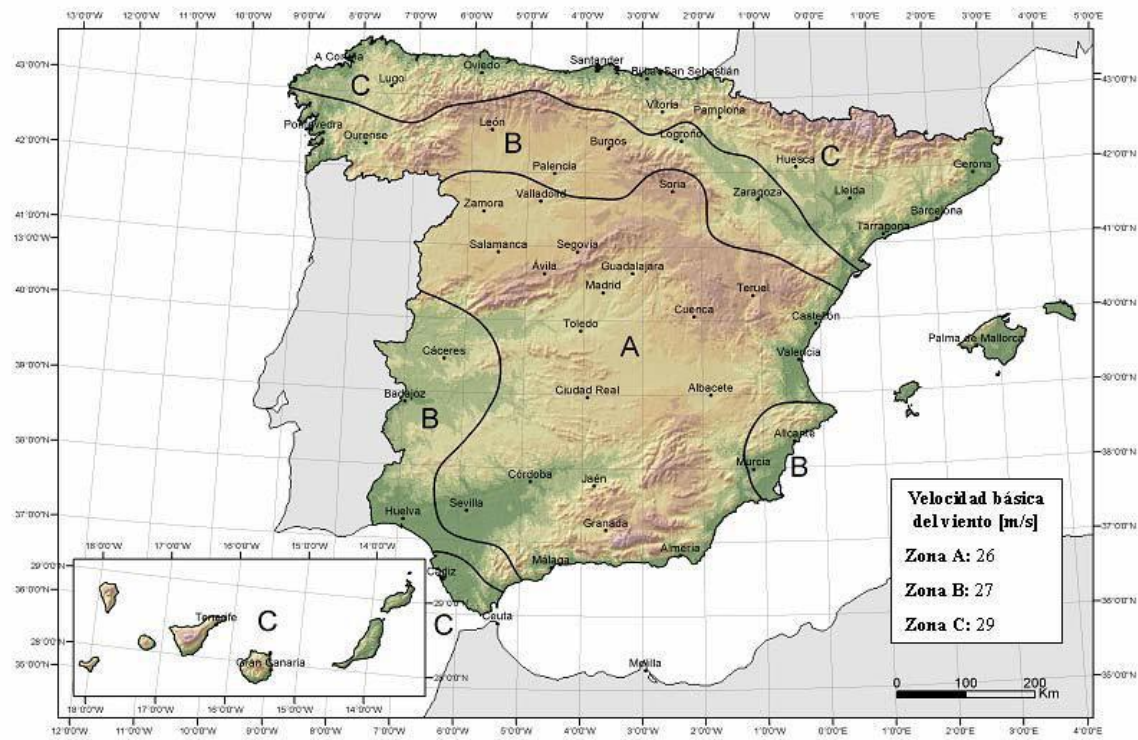
Se toma una fuerza horizontal perpendicular al elemento superior de la barandilla igual a 1.5 kN/ml.

ACCIONES CLIMÁTICAS

VIENTO

Para la obtención del valor de esta acción se emplea la formulación proporcionada por la IAP.

Velocidades de básicas del viento



Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento $v_{b,0}$

A efectos de cálculo se considerarán los cinco tipos de entorno siguientes:

- Tipo 0: mar o zona costera expuesta al mar abierto.
- Tipo I: lagos o áreas planas y horizontales con vegetación despreciable y sin obstáculos.
- Tipo II: zona rural con vegetación baja y obstáculos aislados, (árboles, construcciones pequeñas, etc), con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos.
- Tipo III: zona suburbana, forestal o industrial con construcciones y obstáculos aislados con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos.
- Tipo IV: zona urbana en la que al menos el 15% de la superficie esté edificada y la altura media de los edificios exceda de 15 m.

CÁLCULO SIMPLIFICADO DEL EMPUJE EN TABLEROS Y PILAS

TABLA 4.2-e EMPUJES UNITARIOS EN PUENTES CON ALTURA DE PILA $H_{max} \leq 10$ m

TIPO DE ENTORNO (APARTADO 4.2.2)	EMPUJE SOBRE TABLERO [kN/m ²]			EMPUJE SOBRE PILAS [kN/m ²]		
	$V_{b,0} = 26$ m/s	$V_{b,0} = 27$ m/s	$V_{b,0} = 29$ m/s	$V_{b,0} = 26$ m/s	$V_{b,0} = 27$ m/s	$V_{b,0} = 29$ m/s
0	2.56	2.78	3.21	3.16	3.40	3.93
I	2.29	2.47	2.85	2.79	3.01	3.47
II	1.94	2.09	2.41	2.37	2.56	2.95
III	1.47	1.58	1.83	1.80	1.94	2.23
IV	0.93	1.00	1.15	1.14	1.23	1.42

TABLA 4.2-f EMPUJES UNITARIOS EN PUENTES CON ALTURA DE PILA $H_{max} = 20$ m

TIPO DE ENTORNO (APARTADO 4.2.2)	EMPUJE SOBRE TABLERO [kN/m ²]			EMPUJE SOBRE PILAS [kN/m ²]		
	$V_{b,0} = 26$ m/s	$V_{b,0} = 27$ m/s	$V_{b,0} = 29$ m/s	$V_{b,0} = 26$ m/s	$V_{b,0} = 27$ m/s	$V_{b,0} = 29$ m/s
0	2.93	3.16	3.65	3.58	3.86	4.45
I	2.64	2.85	3.29	3.23	3.48	4.02
II	2.31	2.49	2.88	2.83	3.05	3.52
III	1.88	2.03	2.34	2.29	2.47	2.85
IV	1.30	1.40	1.62	1.60	1.72	1.99

$V_{ref} = 27$ m/s

Tipo de entorno II.

Presión del viento Tablero= 0.209 T/m².

NIEVE

Tal y como indica la IAP-11 no es necesario tener en cuenta esta acción dado que se ha considerado la sobrecarga repartida de uso tal y como se explica en el apartado tren de cargas.

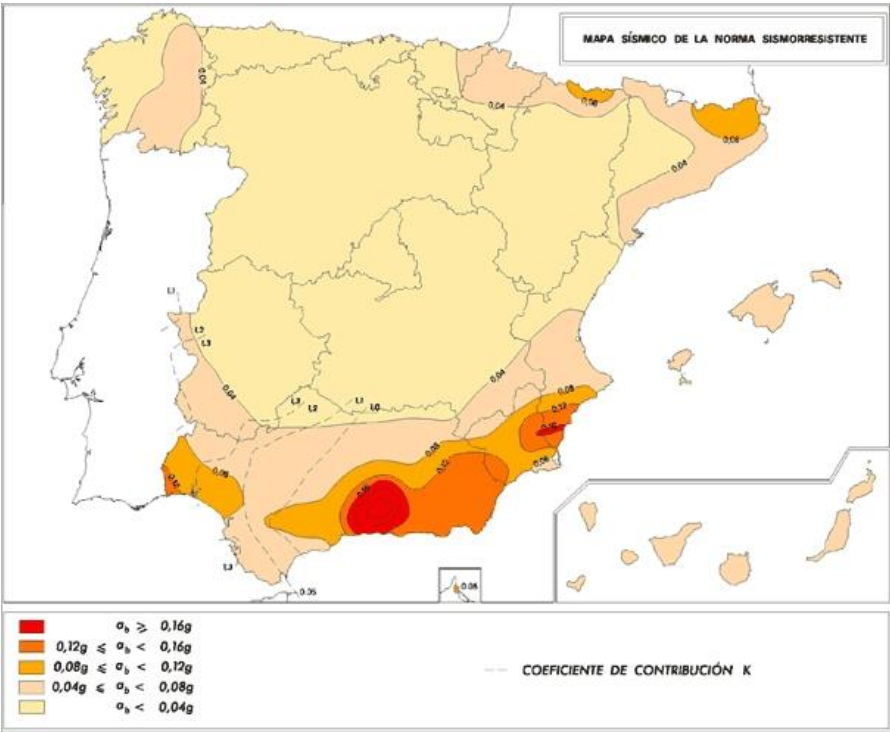
ACCIONES ACCIDENTALES (A)

IMPACTO DE VEHÍCULOS SOBRE BARRERAS

El sistema de contención elegido y sus armaduras de refuerzo correspondientes, deben estar diseñadas para este tipo de sollicitación.

ACCIONES SÍSMICAS

De acuerdo con la normativa de sismicidad (NCSP-07), la aceleración básica de la zona de emplazamiento de esta estructura es inferior a 0.04g por lo cual no es preciso considerar las acciones accidentales de sismo.



1.4. DURABILIDAD

La durabilidad de la estructura es la capacidad que presenta para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podría provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Por ello se establecen unos criterios específicos de acuerdo al ambiente al que va estar sometida la estructura. Con carácter genérico para este estudio se establecen los siguientes ambientes:

- Vigas: IIb+H
- Prelosas: IIb+H
- Losa de tablero y riostra: IIb+H

En cuanto a la vida útil de la estructura, debido a que se trata de un puente de carretera, para los nuevos elementos proyectados se establece un tiempo de 100 años, de acuerdo a los requerimientos de durabilidad exigidos por la EHE y la IAP-11

Con estos criterios se establecen los siguientes recubrimientos.

RECUBRIMIENTOS SEGÚN EHE-08:

Elemento estructural	Tipo de ambiente	Tipo de cemento	Recubrimiento mínimo (mm)	Margen de recubrimiento (mm)	Recubrimiento nominal (mm)	Recubrimiento adoptado (mm)
Vigas prefabricadas	IIb+H	CEM I	25	0	25	25
Prelosas	IIb+H	CEM I	25	0	25	25
Losa y riostra	IIb+H	CEM I	35	5	40	40

1.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Las características de los materiales que se consideran en el proyecto son las detalladas a continuación:

HORMIGONES:

- Prefabricados:

- Vigas:

HP-50/ AC / 12 / IIb+H

- Prelosas:

HA-40/ AC / 12 / IIb+H
- “In situ”:

- Losa y riostra:

HA-35/ B / 20 / IIb+H

ACEROS

- Aceros:

- Elementos prefabricados:

- Acero pasivo:

B 500 S

- Acero activo:

Cordones Y 1860 S7

- Elementos “in situ”:

- Acero pasivo:

B 500 S

1.6. COEFICIENTES PARCIALES PARA COMPROBACIONES RESISTENTES

TABLA 6.2-b COEFICIENTES PARCIALES PARA LAS ACCIONES γ_F (PARA LAS COMPROBACIONES RESISTENTES)				TABLA 6.2-c COEFICIENTES PARCIALES PARA LAS ACCIONES γ_F (ELS)			
ACCIÓN		EFECTO		ACCIÓN		EFECTO	
		FAVORABLE	DESFAVORABLE			FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,35	Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,35		Carga muerta	1,0	1,0
Permanente de valor no constante (G ^o)	Pretensado P_1	1,0	1,0 / 1,2 ⁽¹⁾ / 1,3 ⁽²⁾	Permanente de valor no constante (G ^o)	Pretensado P_1	0,9 ⁽¹⁾	1,1 ⁽¹⁾
	Pretensado P_2	1,0	1,35		Pretensado P_2	1,0	1,0
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0		Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,35		Reológicas	1,0	1,0
	Empuje del terreno	1,0	1,5		Empuje del terreno	1,0	1,0
	Asientos	0	1,2 / 1,35 ⁽³⁾		Asientos	0	1,0
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,35		Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,0
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35	Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,0
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5		Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,5		Acciones climáticas	0	1,0
	Empuje hidrostático	0	1,5		Empuje hidrostático	0	1,0
	Empuje hidrodinámico	0	1,5		Empuje hidrodinámico	0	1,0
	Sobrecargas de construcción	0	1,35		Sobrecargas de construcción	0	1,0
(1) El coeficiente γ_{G-1} = 1,2 será de aplicación al pretensado P_1 en el caso de verificaciones locales tales como la transmisión de la fuerza de pretensado al hormigón en zonas de anclajes, cuando se toma como valor de la acción el que corresponde a la carga máxima (tensión de rotura) del elemento a testar.) Para la acción del pretensado se tomarán los coeficientes que indique la EHE-08 o normativa que la sustituya. En la tabla figuran los valores que la EHE-08 recoge para el caso de estructuras postesas. En el caso de estructuras pretesas, los coeficientes parciales son 0,95 y 1,05 para efecto favorable y desfavorable, respectivamente.			
(2) El coeficiente γ_{G-1} = 1,3 se aplicará al pretensado P_1 en casos de inestabilidad (pandeo) cuando ésta pueda ser inducida por el axil debido a un pretensado exterior.							
(3) El coeficiente γ_{G-1} = 1,35 corresponde a una evaluación de los efectos de los asientos mediante un cálculo elasto-plástico, mientras que el valor γ_{G-1} = 1,2 corresponde a un cálculo elástico de esfuerzos.							

Las hipótesis de carga tomadas en consideración se forman combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea según los criterios prescritos la IAP, tanto para Estados Límite Últimos, en situaciones persistentes o transitorias y accidentales, como para Estados Límite de Servicio

1.7. COMBINACIÓN DE ACCIONES

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

Situaciones Persistentes o Transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

Dónde:

- G_{K,j}: Valor representativo de cada acción permanente
- G^{*}_{K,j}: Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- P_K: Valor representativo de la acción del pretensado.
- Q_{K,i}: Valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante.
- ψ_{0,i}, Q_{K,i}: Valores representativos (de combinación) de las acciones variables concomitantes con la principal

Si la acción de sobrecarga es considerada como dominante, se tomará ésta con su valor representativo y la acción del viento con su valor reducido (reducción del 50%), aplicándose además los coeficientes ψ_i pertinentes.. Si la acción del viento es considerada como dominante, se tomará ésta con su valor representativo y no se considerará la actuación simultanea de la acción de la sobrecarga de uso.

Situaciones Accidentales sin Sismo:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{K,i} + \gamma_A \cdot A_K$$

Dónde:

- G_{K,j}: Valor representativo de cada acción permanente
- G^{*}_{K,j}: Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- P_K: Valor representativo de la acción del pretensado.
- ψ_{1,i}, Q_{K,i}: Valor frecuente de la acción variable dominante.
- ψ_{2,i}, Q_{K,i}: Valores cuasipermanentes de las acciones variables concomitantes con la principal
- A_K: Valor representativo (valor característico) de la acción accidental

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Según EHE:

- Combinación Característica.(poco probable o rara)

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

- Combinación Frecuente

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

- Combinación Cuasipermanente

$$\sum_{j \geq 1} G_{K,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} \cdot G^*_{K,i} + \gamma_P \cdot P_K + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

Tal y como indica la Tabla 6.1-a de la IAP-11 los valores de los coeficientes de combinación ψ son:

TABLA 6.1-a FACTORES DE SIMULTANEIDAD ψ					
ACCIÓN			ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	gr 1, Cargas verticales	Vehículos pesados	0,75	0,75	0
		Sobrecarga uniforme	0,4	0,4	0 / 0,2 ⁽¹⁾
		Carga en aceras	0,4	0,4	0
	gr 2, Fuerzas horizontales		0	0	0
	gr 3, Peatones		0	0	0
	gr 4, Aglomeraciones		0	0	0
	Sobrecarga de uso en pasarelas		0,4	0,4	0
Viento	F_{wk}	En situación persistente	0,6	0,2	0
		En construcción	0,8	0	0
		En pasarelas	0,3	0,2	0
Acción térmica	T_k		0,6	0,6	0,5
Nieve	$Q_{Sn,k}$	En construcción	0,8	0	0
Acción del agua	W_k	Empuje hidrostático	1,0	1,0	1,0
		Empuje hidrodinámico	1,0	1,0	1,0
Sobrecargas de construcción	Q_c		1,0	0	1,0

(1) El factor de simultaneidad ψ₂ correspondiente a la sobrecarga uniforme se tomará igual a 0, salvo en el caso de la combinación de acciones en situación sísmica (apartado 6.3.1.3), para la cual se tomará igual a 0,2.

1.8. DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN

Para el dimensionamiento de los elementos de hormigón pretensado y armado se ha analizado su comportamiento de acuerdo a la vigente norma EHE-08. Como se puede observar en los cálculos, se ha realizado el dimensionado atendiendo al comportamiento de las vigas frente a diversas solicitaciones que marca la vigente normativa. El tipo de pretensado utilizado es interior de armaduras pretesas y adherente.

1.9. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS

Para la realización de esta memoria de cálculos se han empleado diversos programas de modelización y diseño, tanto de elaboración propia como software comercial de uso extendido en el campo de la ingeniería civil.

El programa de cálculo matricial “Emparrillado” y las hojas de cálculo, han sido utilizados para la obtención de los esfuerzos de vigas y losa y armado de las mismas. En los apartados siguientes se incluye una breve explicación de la nomenclatura utilizada y del funcionamiento de dicho programa.

Diversas hojas de cálculo en entorno Excel han sido utilizadas para el estudio de distintas cuestiones de cálculo.

1.10. MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA

1.10.1. OBJETO

El objeto del presente punto es especificar recomendaciones para el mantenimiento de la estructura que se diseña en los siguientes apartados.

Todas las observaciones apuntadas en el presente documento quedan supeditadas a los criterios generales establecidos por el ente que realiza la explotación y mantenimiento de la estructura, los cuales prevalecen o complementan a los indicados. En este apartado simplemente se subrayan los aspectos más importantes, para los que conviene prestar atención durante las labores de mantenimiento.

1.10.2. INTRODUCCIÓN

La finalidad del mantenimiento es conservar todas las condiciones de servicio de la estructura en el mejor nivel posible a lo largo de su fase de servicio. De la misma forma, las inspecciones periódicas según establezcan los criterios de control de la propiedad contribuyen a asegurar una vida útil acorde con lo que las exigencias de durabilidad exigen para este tipo de estructuras. (Según la actual EHE-08 el periodo exigido para la vida útil de este tipo de estructuras es de 100 años)

En líneas generales, las causas y razones más comunes por las que es necesario el mantenimiento de un puente son:

- Errores en el proyecto, errores durante la construcción, vigilancia, mantenimiento o reparaciones inexistentes o inadecuadas.
- Materiales inadecuados o deterioro y degradación de los mismos.
- Variación con el tiempo de las condiciones de tráfico (cargas y velocidades).
- Acciones naturales de tipo físico, mecánico o químico.
- Acciones accidentales: terremotos, avenidas, impacto de vehículos con elementos estructurales del puente.

Además del mantenimiento de los elementos estructurales, deben de cuidarse aquellos elementos sobre los que se realiza el tráfico: pavimento, juntas de dilatación y sistemas de contención. De ahora en adelante, se hará referencia exclusivamente a los elementos estructurales, objeto del presente documento.

Al seguirse los requerimientos en durabilidad exigidos por normativa (recubrimientos de armaduras, tipos de cemento, resistencia de hormigones según el ambiente al que están expuestos, etc.) es esperable una buena conservación de la estructura. Así mismo, las cargas con las que se han dimensionado el puente, marcadas por la instrucción, vienen avaladas por años de práctica en los que no se han observado patologías.

De aquí en adelante no se hará más alusión a los fallos que se derivarían como consecuencia de la puesta en obra de materiales defectuosos o incluso de los posibles errores en los que se podría haber incurrido en el proyecto; se entiende además que los controles de calidad aplicados tanto por la Obra, la Asistencia Técnica o incluso la Dirección de Obra, unido al cálculo por parte del proyectista de acuerdo a la normativa vigente, y, por tanto, aplicando los coeficientes de

seguridad adecuados en cada caso, objeto también por otro lado de un control exterior por parte de la asistencia, determinan una probabilidad de fallo por estas circunstancias bastante escasa.

En primer lugar, hay que recordar que las inspecciones deberán realizarse inmediatamente antes de la puesta en servicio de la estructura y tras la prueba de carga, y posteriormente cada 15 años como máximo, así como tras un hecho extraordinario, tal como un impacto de un vehículo contra una pila o tras observarse desplazamientos o daños en un elemento de la estructura.

Adicionalmente a lo establecido en el párrafo anterior, estimamos recomendable una cierta vigilancia mediante inspección visual de la estructura durante los primeros meses de su puesta en servicio.

1.10.3. ACCIONES DE MANTENIMIENTO

Se citan a continuación algunos de los principales problemas que pudieran afectar a las estructuras en el caso de darse algunas de las circunstancias enumeradas en el apartado anterior.

- La presencia de agua por una inadecuada evacuación de la misma da lugar a problemas muy diversos, ya sea por la propia acción directa del agua (erosiones, socavaciones, humedad, corrosión...) como por su acción como vehículo de otros agentes agresivos. La humedad también puede originar desperfectos y daños en las zonas de apoyo y juntas.
- Posibles defectos de nivelación en las mesetas para los aparatos de apoyo que podrían originar un contacto defectuoso entre el tablero y los apoyos, derivando en una cierta tendencia a “escupir” los apoyos de neopreno de su posición teórica.
- La existencia de fisuras de apertura no controlada (por encima de la normativa) podría acelerar los procesos de corrosión en armaduras y, por tanto, acortar la vida útil de la estructura.
- Comportamiento inesperado de los elementos de cimentación derivados de la naturaleza real del terreno, con la consecuencia de asientos excesivos o desplazamientos de los mismos.

Se dan a continuación algunos criterios generales para poder desarrollar las labores de mantenimiento cuando correspondan, los cuales deberán ser contrastados con los especificados por el ente que realice la explotación y conservación de la obra, según sus bases generales de mantenimiento de estructuras, si las hubiere, así como para establecer una periodicidad adecuada. Estos criterios están dotados para prevenir o corregir consecuencias de las causas citadas anteriormente.

- Aspecto visual general de las estructuras, con ausencia de deformaciones superiores a los límites impuestos por la normativa vigente.
- Inspección del estado de conservación de las juntas de dilatación en las estructuras, así como la comprobación de que los movimientos de las mismas no superan a los especificados en el proyecto.

La máxima dilatación del tablero se alcanzará en los veranos de los primeros años de funcionamiento, mientras que las máximas contracciones se darán cuando, a las contracciones térmicas en invierno, se les sumen las deformaciones finales de retracción y la fluencia que se alcanzarán con el paso de los años. Dependiendo del estado de la junta de dilatación, será necesario limpiarla, rehabilitarla o incluso sustituirla.

- Verificación del adecuado funcionamiento de los dispositivos de drenaje y comprobación de la ausencia de acumulaciones de agua o humedades importantes en las estructuras (limpieza de los drenajes y sumideros, y la comprobación de su funcionamiento). Es importante verificar que el agua evacuada del tablero caiga libremente o sea evacuada por un colector fuera del entorno de la estructura evitando su contacto y circulación por las superficies de hormigón.
- Adicionalmente, deberá verificarse que tampoco se producen acumulaciones de agua en los rellenos que pudieran ocasionar un empuje no esperado en los diferentes elementos estructurales. Por otro lado, si por lluvia se observan erosiones en los terraplenes de acceso, se deberá proceder a realizar pequeños rellenos y protecciones de la zona (bordillos y bajantes adicionales).
- Inspecciones periódicas visuales de los aparatos de apoyo (cuya cadencia estará establecida por las bases generales de mantenimiento de la propiedad o, en su defecto, por la Instrucción para Inspecciones de Puentes). Se deberá prestar atención especialmente a su integridad, pero también al estado de conservación de las mesetas de apoyo y de la existencia de un contacto adecuado entre apoyos y estructura. El resultado de las mismas, podrá derivar en la necesidad de proceder a labores de reparación o incluso de sustitución de apoyos (mediante el uso de gatos y apeos provisionales, y con la redacción en tal caso un protocolo para su realización en colaboración con la empresa suministradora). Los dispositivos de apoyo podrían requerir además de un programa de limpieza a intervalos regulares y protegerlos con pintura o material galvanizado. Será necesario especialmente inspeccionar los daños sufridos tras un hipotético terremoto.
- Inspecciones periódicas (de la misma forma que antes), también con carácter visual y, si se considera necesario, con aparatos de medida, del aspecto general de las estructuras en lo que se refiere a los materiales y a la posible aparición de fisuras con apertura superior a lo estipulado en la normativa vigente. El resultado de las mismas, puede derivar en la necesidad de realizar campañas de inyecciones o incluso trabajos de refuerzo específicos, que deberán ser estudiados en cada caso.
- Observación del estado general de las cimentaciones (en aquellas zonas que puedan ser accesibles) y verificación de la ausencia de asientos o movimientos por encima de los esperados.
- La acción accidental de impactos de vehículos sobre los sistemas de contención, aunque esté contemplada en el proyecto, requerirá de una inspección posterior en caso de producirse. Si es necesario se elaborará un protocolo de reparación si las consecuencias de esta posible acción accidental así lo requieren.

Todas las operaciones de mantenimiento descritas se refieren sólo a los elementos estructurales; como se ha indicado al principio. Otro tipo de mantenimiento, indispensable para el buen servicio de los puentes, comprende acciones varias la comprobación de los anclajes de barandillas, canalizaciones, señalización y sustitución de la capa de rodadura. Este mantenimiento se considera que se llevará a cabo de forma rutinaria por los equipos encargados del mantenimiento ordinario de las vías y de acuerdo a las bases establecidas para la conservación de la plataforma, pero no son relevantes para la seguridad estructural de la obra de paso.

2. DESCRIPCION DEL PROGRAMA EMPARRILLADOS

Los cálculos del modelo de emparrillado, que se ha utilizado en la simulación del comportamiento estructural del tablero objeto del presente anejo de cálculos, se han desarrollado mediante el programa "Emparrillado".

Dicho programa discretiza el tablero en nudos y barras correspondiendo los elementos longitudinales con las almas de las vigas y con dos nervios extremos longitudinales, que fijan la anchura total del tablero. Las barras transversales idealizan la losa superior o la combinación viga-losa, en el caso de vigas con dos almas.

Las cargas se general automáticamente:

- Peso propio de viga y losa: como cargas longitudinales sobre las vigas y una respuesta de vigas independientes para la obtención de esfuerzos.
- Cargas permanentes repartidas: se introducen como cargas lineales en las barras transversales, utilizando el modelo de emparrillado para la obtención de los esfuerzos derivados.
- Carga permanente de barrera: como una carga longitudinal en los nervios nominales extremos, resolviendo el modelo de emparrillado.
- Sobrecarga repartida: análoga a las cargas permanentes repartidas.
- Sobrecarga puntual de tráfico: genera automáticamente el paseo del carro de la instrucción, tanto longitudinalmente como transversalmente, permitiendo así la obtención de envolventes.

La resolución del modelo mediante el cálculo matricial arroja las envolventes necesarias en el dimensionamiento de: las vigas, losa y aparatos de apoyo.

3. CALCULO DEL TABLERO

3.1. MODELO EMPARRILLADO VANO 1

3.1.1. DATOS DE ENTRADA

Datos de la Estructura

Luz de cálculo (m)	:	63.310
Ancho (m)	:	12.200
Esviaje (g)	:	51.170
Esviaje 2 (g)	:	44.700
Radio	:	-624.800
Dist. Eje Viga a Ext. Losa (m)	:	6.100
Ancho de las aceras (m)	:	1.600
Dist. Eje Barrera a Ext. Losa (m)	:	1.300
Espesor de la losa (m)	:	0.353

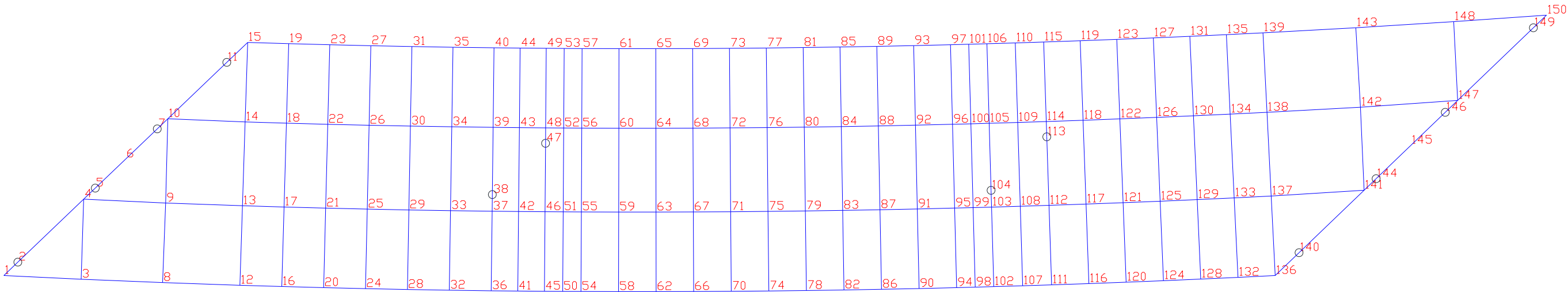
Datos de las Vigas

Viga	Tipo	Canto (m)	Area (m²)	Peso (t/m)	Va (m)	Inercia (m4)
1	CJ38-110-25	1.100	1.552550	3.7694	0.7668	0.169059

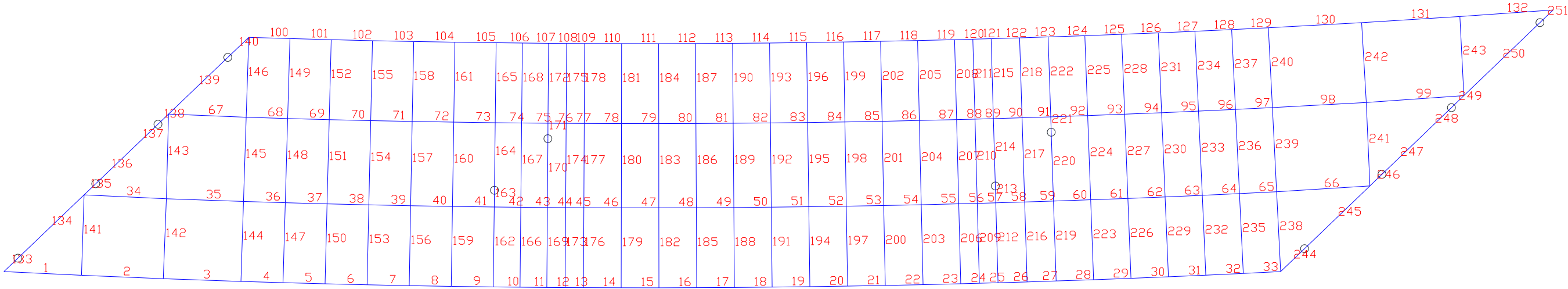
Acciones sobre estructura

Peso pavimento (t/m²)	:	0.192
Coeficiente valor inferior	:	1.000
Coeficiente valor superior	:	1.500
Carga uniforme (t/m²)	:	0.125
Peso Aceras (t/m²)	:	0.500
Peso Barrera (t/m)	:	1.000
Sobrecarga uso tipo	:	Eurocódigo 1
Número de carriles	:	3.000
Ancho carril	:	3.000
Distancia acera - carril inferior (m)	:	0.000
Distancia acera - carril superior (m)	:	0.000
Peso total Tandem (t)	:	20.000
Distancia de la rueda a la acera (m)	:	0.500
Carga lineal carril (t/m)	:	0.300
Sobrecarga uniforme en aceras (t/m²)	:	0.500
Coeficiente tandem carril 1	:	3.000
Coeficiente tandem carril 2	:	2.000
Coeficiente tandem carril 3	:	1.000
Coeficiente tandem resto carriles	:	0.000
Coeficiente S.C. Uniforme carril 1	:	9.000
Coeficiente S.C. Uniforme carril 2	:	2.500
Coeficiente S.C. Uniforme carril 3	:	2.500
Coeficiente S.C. Uniforme resto carriles	:	2.500
Gradiente térmico Positivo (°C)	:	10.000
Gradiente térmico Negativo (°C)	:	-5.000
Acciones reológicas (%)	:	20.000

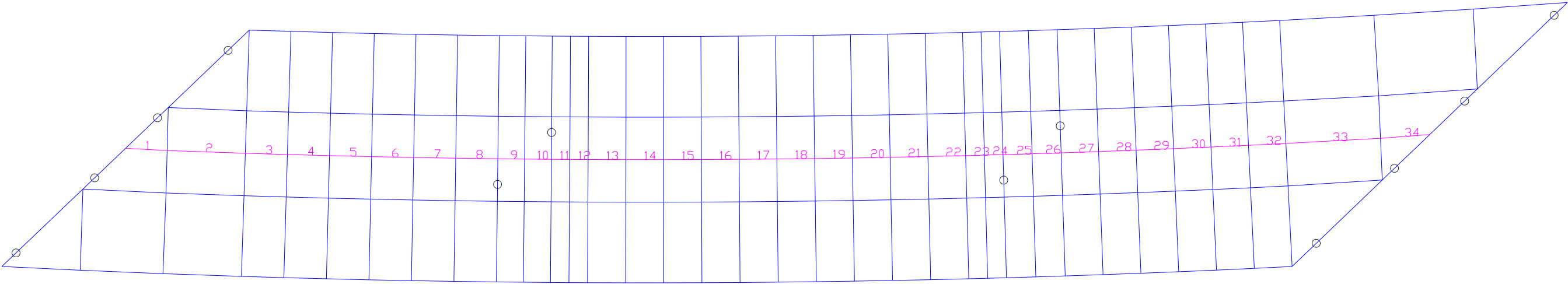
3.1.2. CROQUIS DEL EMPARRILLADO



Nudos de la estructura



Barras de la estructura



Tramos de vigas

3.1.3. DATOS DEL EMPARRILLADO

Datos del Emparrillado

Datos de Nudos

Nudo	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.810
2	0.703	1.481
3	3.884	0.625
4	4.012	4.642
5	4.596	5.200
6	6.126	6.662
7	7.709	8.174
8	7.978	0.456
9	8.130	4.448
10	8.240	8.681
11	11.205	11.513
12	11.864	0.320
13	11.991	4.313
14	12.125	8.521
15	12.253	12.514
16	13.969	0.256
17	14.082	4.250
18	14.202	8.458
19	14.316	12.451
20	16.073	0.200
21	16.174	4.194
22	16.280	8.402
23	16.380	12.396
24	18.178	0.150
25	18.265	4.144
26	18.357	8.353
27	18.444	12.347
28	20.283	0.108
29	20.357	4.102
30	20.435	8.311
31	20.508	12.306
32	22.388	0.072
33	22.448	4.067
34	22.512	8.277
35	22.573	12.271
36	24.493	0.044
37	24.540	4.039
38	24.550	4.874
39	24.590	8.249
40	24.637	12.243
41	25.831	0.030
42	25.870	4.024

Nudo	X (m)	Y (m)
43	25.911	8.234
44	25.949	12.229
45	27.169	0.018
46	27.199	4.013
47	27.225	7.448
48	27.231	8.223
49	27.261	12.218
50	28.088	0.012
51	28.112	4.007
52	28.138	8.217
53	28.162	12.212
54	29.007	0.007
55	29.025	4.002
56	29.045	8.212
57	29.063	12.207
58	30.895	0.001
59	30.901	3.996
60	30.909	8.206
61	30.915	12.201
62	32.783	0.001
63	32.778	3.996
64	32.772	8.206
65	32.767	12.201
66	34.671	0.006
67	34.654	4.001
68	34.636	8.211
69	34.619	12.206
70	36.560	0.017
71	36.530	4.012
72	36.500	8.222
73	36.470	12.217
74	38.448	0.033
75	38.407	4.028
76	38.363	8.238
77	38.322	12.233
78	40.336	0.056
79	40.283	4.050
80	40.227	8.260
81	40.174	12.255
82	42.224	0.084
83	42.159	4.078
84	42.090	8.288
85	42.025	12.282
86	44.112	0.117
87	44.035	4.111
88	43.954	8.321
89	43.877	12.315
90	46.000	0.156

Nudo	X (m)	Y (m)
91	45.911	4.150
92	45.817	8.359
93	45.728	12.353
94	47.887	0.201
95	47.786	4.195
96	47.680	8.404
97	47.579	12.397
98	48.821	0.226
99	48.714	4.219
100	48.602	8.428
101	48.495	12.421
102	49.755	0.251
103	49.642	4.245
104	49.618	5.086
105	49.523	8.453
106	49.411	12.446
107	51.208	0.294
108	51.086	4.287
109	50.958	8.495
110	50.836	12.488
111	52.662	0.340
112	52.530	4.333
113	52.417	7.773
114	52.392	8.541
115	52.261	12.533
116	54.535	0.404
117	54.392	4.397
118	54.242	8.604
119	54.099	12.597
120	56.409	0.474
121	56.254	4.466
122	56.091	8.673
123	55.936	12.665
124	58.282	0.550
125	58.115	4.541
126	57.940	8.748
127	57.773	12.739
128	60.155	0.631
129	59.977	4.622
130	59.788	8.828
131	59.610	12.819
132	62.028	0.717
133	61.838	4.708
134	61.637	8.913
135	61.447	12.904
136	63.901	0.810
137	63.698	4.799
138	63.485	9.004

Nudo	X (m)	Y (m)
139	63.283	12.994
140	65.097	1.956
141	68.366	5.090
142	68.185	9.260
143	67.952	13.248
144	68.970	5.670
145	70.718	7.346
146	72.446	9.002
147	73.071	9.601
148	72.871	13.555
149	76.876	13.249
150	77.536	13.882

Datos de Barras

Barra	Nudo I	Nudo J	Ancho (m)	Inercia (m4)	Inercia a torsion (m4)	Area (m²)
1	1	3	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
2	3	8	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
3	8	12	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
4	12	16	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
5	16	20	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
6	20	24	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
7	24	28	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
8	28	32	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
9	32	36	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
10	36	41	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
11	41	45	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
12	45	50	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
13	50	54	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
14	54	58	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
15	58	62	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
16	62	66	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
17	66	70	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
18	70	74	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
19	74	78	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
20	78	82	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
21	82	86	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
22	86	90	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
23	90	94	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
24	94	98	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
25	98	102	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
26	102	107	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
27	107	111	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
28	111	116	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
29	116	120	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
30	120	124	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
31	124	128	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
32	128	132	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
33	132	136	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
34	4	9	4.103	0.525691	0.287142	1.976283
35	9	13	4.103	0.520953	0.287142	1.976283
36	13	17	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
37	17	21	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
38	21	25	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
39	25	29	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
40	29	33	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
41	33	37	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
42	37	42	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
43	42	46	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
44	46	51	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
45	51	55	4.103	0.530581	0.287142	1.976283

Barra	Nudo I	Nudo J	Ancho (m)	Inercia (m4)	Inercia a torsion (m4)	Area (m²)
46	55	59	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
47	59	63	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
48	63	67	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
49	67	71	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
50	71	75	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
51	75	79	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
52	79	83	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
53	83	87	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
54	87	91	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
55	91	95	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
56	95	99	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
57	99	103	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
58	103	108	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
59	108	112	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
60	112	117	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
61	117	121	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
62	121	125	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
63	125	129	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
64	129	133	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
65	133	137	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
66	137	141	4.103	0.520953	0.287142	1.976283
67	10	14	4.103	0.520953	0.287142	1.976283
68	14	18	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
69	18	22	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
70	22	26	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
71	26	30	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
72	30	34	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
73	34	39	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
74	39	43	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
75	43	48	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
76	48	52	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
77	52	56	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
78	56	60	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
79	60	64	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
80	64	68	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
81	68	72	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
82	72	76	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
83	76	80	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
84	80	84	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
85	84	88	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
86	88	92	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
87	92	96	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
88	96	100	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
89	100	105	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
90	105	109	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
91	109	114	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
92	114	118	4.103	0.530581	0.287142	1.976283

Barra	Nudo I	Nudo J	Ancho (m)	Inercia (m4)	Inercia a torsion (m4)	Area (m²)
93	118	122	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
94	122	126	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
95	126	130	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
96	130	134	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
97	134	138	4.103	0.530581	0.287142	1.976283
98	138	142	4.103	0.520953	0.287142	1.976283
99	142	147	4.103	0.525691	0.287142	1.976283
100	15	19	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
101	19	23	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
102	23	27	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
103	27	31	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
104	31	35	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
105	35	40	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
106	40	44	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
107	44	49	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
108	49	53	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
109	53	57	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
110	57	61	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
111	61	65	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
112	65	69	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
113	69	73	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
114	73	77	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
115	77	81	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
116	81	85	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
117	85	89	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
118	89	93	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
119	93	97	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
120	97	101	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
121	101	106	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
122	106	110	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
123	110	115	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
124	115	119	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
125	119	123	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
126	123	127	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
127	127	131	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
128	131	135	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
129	135	139	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
130	139	143	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
131	143	148	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
132	148	150	1.997	0.006067	0.010504	0.584282
133	1	2	0.300	0.000911	0.001822	0.087752
134	2	4	0.300	0.000911	0.001822	0.087752
135	4	5	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
136	5	6	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
137	6	7	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
138	7	10	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
139	10	11	0.300	0.000911	0.001822	0.087752

Barra	Nudo I	Nudo J	Ancho (m)	Inercia (m4)	Inercia a torsion (m4)	Area (m²)
140	11	15	0.300	0.000911	0.001822	0.087752
141	3	4	3.011	0.009147	0.018293	0.880841
142	8	9	3.980	0.012090	0.024180	1.164285
143	9	10	3.954	0.723934	1.972170	2.145293
144	12	13	2.987	0.009074	0.018148	0.873829
145	13	14	2.968	0.543332	1.480168	1.610102
146	14	15	2.948	0.008956	0.017911	0.862428
147	16	17	2.099	0.006375	0.012749	0.613880
148	17	18	2.085	0.381701	1.039845	1.131126
149	18	19	2.071	0.006291	0.012583	0.605871
150	20	21	2.099	0.006375	0.012749	0.613880
151	21	22	2.085	0.381701	1.039845	1.131126
152	22	23	2.071	0.006291	0.012583	0.605871
153	24	25	2.099	0.006375	0.012749	0.613880
154	25	26	2.085	0.381701	1.039845	1.131126
155	26	27	2.071	0.006291	0.012583	0.605871
156	28	29	2.099	0.006375	0.012749	0.613880
157	29	30	2.085	0.381701	1.039845	1.131126
158	30	31	2.071	0.006291	0.012583	0.605871
159	32	33	2.099	0.006375	0.012749	0.613880
160	33	34	2.085	0.381701	1.039845	1.131126
161	34	35	2.071	0.006291	0.012583	0.605871
162	36	37	1.716	0.005213	0.010426	0.501998
163	37	38	1.710	0.329335	0.852625	1.182472
164	38	39	1.704	0.328282	0.849761	1.179355
165	39	40	1.694	0.005145	0.010290	0.495449
166	41	42	1.334	0.004051	0.008102	0.390116
167	42	43	1.325	0.242568	0.660813	0.718821
168	43	44	1.316	0.003998	0.007996	0.385026
169	45	46	1.125	0.003417	0.006833	0.329022
170	46	47	1.118	0.220962	0.557673	0.861627
171	47	48	1.114	0.220272	0.555795	0.859584
172	48	49	1.110	0.003372	0.006744	0.324730
173	50	51	0.916	0.002782	0.005564	0.267929
174	51	52	0.910	0.166594	0.453841	0.493681
175	52	53	0.904	0.002746	0.005492	0.264433
176	54	55	1.399	0.004250	0.008499	0.409254
177	55	56	1.390	0.254467	0.693230	0.754084
178	56	57	1.381	0.004194	0.008389	0.403914
179	58	59	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
180	59	60	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
181	60	61	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
182	62	63	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
183	63	64	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
184	64	65	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
185	66	67	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
186	67	68	1.870	0.342341	0.932619	1.014487

Barra	Nudo I	Nudo J	Ancho (m)	Inercia (m4)	Inercia a torsion (m4)	Area (m²)
187	68	69	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
188	70	71	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
189	71	72	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
190	72	73	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
191	74	75	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
192	75	76	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
193	76	77	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
194	78	79	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
195	79	80	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
196	80	81	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
197	82	83	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
198	83	84	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
199	84	85	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
200	86	87	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
201	87	88	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
202	88	89	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
203	90	91	1.882	0.005717	0.011435	0.550579
204	91	92	1.870	0.342341	0.932619	1.014487
205	92	93	1.858	0.005643	0.011285	0.543395
206	94	95	1.407	0.004273	0.008545	0.411462
207	95	96	1.397	0.255840	0.696970	0.758153
208	96	97	1.388	0.004217	0.008434	0.406094
209	98	99	0.931	0.002828	0.005656	0.272345
210	99	100	0.925	0.169340	0.461322	0.501818
211	100	101	0.919	0.002791	0.005582	0.268792
212	102	103	1.190	0.003615	0.007231	0.348160
213	103	104	1.186	0.233334	0.591334	0.898243
214	104	105	1.182	0.232603	0.589347	0.896082
215	105	106	1.175	0.003568	0.007136	0.343618
216	107	108	1.449	0.004403	0.008805	0.423975
217	108	109	1.440	0.263621	0.718166	0.781209
218	109	110	1.431	0.004345	0.008690	0.418444
219	111	112	1.659	0.005040	0.010079	0.485323
220	112	113	1.649	0.318301	0.822589	1.149798
221	113	114	1.644	0.317284	0.819819	1.146786
222	114	115	1.638	0.004974	0.009948	0.478992
223	116	117	1.869	0.005677	0.011353	0.546672
224	117	118	1.857	0.339912	0.926001	1.007289
225	118	119	1.845	0.005603	0.011205	0.539540
226	120	121	1.869	0.005677	0.011353	0.546672
227	121	122	1.857	0.339912	0.926001	1.007289
228	122	123	1.845	0.005603	0.011205	0.539540
229	124	125	1.869	0.005677	0.011353	0.546672
230	125	126	1.857	0.339912	0.926001	1.007289
231	126	127	1.845	0.005603	0.011205	0.539540
232	128	129	1.869	0.005677	0.011353	0.546672
233	129	130	1.857	0.339912	0.926001	1.007289

Barra	Nudo I	Nudo J	Ancho (m)	Inercia (m4)	Inercia a torsion (m4)	Area (m²)
234	130	131	1.845	0.005603	0.011205	0.539540
235	132	133	1.869	0.005677	0.011353	0.546672
236	133	134	1.857	0.339912	0.926001	1.007289
237	134	135	1.845	0.005603	0.011205	0.539540
238	136	137	3.311	0.010057	0.020115	0.968541
239	137	138	3.290	0.602223	1.640600	1.784618
240	138	139	3.268	0.009926	0.019852	0.955905
241	141	142	4.850	0.887797	2.418575	2.630885
242	142	143	4.818	0.014633	0.029266	1.409196
243	147	148	3.645	0.011071	0.022142	1.066128
244	136	140	0.300	0.000911	0.001822	0.087752
245	140	141	0.300	0.000911	0.001822	0.087752
246	141	144	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
247	144	145	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
248	145	146	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
249	146	147	0.300	0.070773	0.149618	0.417752
250	147	149	0.300	0.000911	0.001822	0.087752
251	149	150	0.300	0.000911	0.001822	0.087752

Datos de Tramos de Vigas

Tramo	Viga	Ancho (m)	Canto (m)	Area (m²)	Va (m)	Vb (m)	Inercia (m4)	Inercia a torsion (m4)
1	1	6.100	1.453	3.3368	0.2624	0.8376	0.926371	2.297135
2	1	10.203	1.453	4.5368	0.1463	0.9537	1.108863	2.297135
3	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
4	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
5	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
6	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
7	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
8	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
9	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
10	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
11	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
12	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
13	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
14	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
15	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
16	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
17	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
18	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
19	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
20	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
21	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
22	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
23	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
24	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
25	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
26	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
27	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
28	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
29	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
30	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
31	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
32	1	12.200	1.453	5.1211	0.1095	0.9905	1.168874	2.297135
33	1	10.203	1.453	4.5368	0.1463	0.9537	1.108863	2.297135
34	1	6.100	1.453	3.3368	0.2624	0.8376	0.926371	2.297135

3.1.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Envolvente de esfuerzos (Estados límites últimos)

Cortantes

Viga	Tramo	Peso Propio	Peso Propio	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	Acc.	TOTAL	TOTAL
		Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas	MAX.	MIN.
1	1	-27.55	-63.91	-18.83	-20.69	3.55	-8.80	14.85	-47.40	7.75	-20.69	-20.86	10.43	-8.91	-59.35	-299.86
-	-	-19.90	-52.98	-18.83	-20.69	3.55	-8.80	14.85	-47.40	7.75	-20.69	-20.86	10.43	-8.91	-40.78	-274.79
1	2	-19.90	-52.98	-34.88	-39.71	7.04	-14.31	53.18	-120.81	20.10	-49.41	-34.16	17.08	-8.91	26.28	-465.72
-	-	-5.39	-18.31	-34.88	-39.71	7.04	-14.31	53.18	-120.81	20.10	-49.41	-34.16	17.08	-8.91	75.46	-399.32
1	3	-5.39	-18.31	23.31	20.78	9.32	-14.32	96.55	-122.57	23.09	-37.80	-35.46	17.73	-8.91	208.45	-313.58
-	-	2.47	4.14	23.31	20.78	9.32	-14.32	96.55	-122.57	23.09	-37.80	-35.46	17.73	-8.91	241.07	-274.98
1	4	2.47	4.14	42.11	38.23	12.85	-11.55	118.59	-106.28	30.82	-25.76	-35.57	17.79	-8.91	311.50	-215.73
-	-	10.33	26.59	42.11	38.23	12.85	-11.55	118.59	-106.28	30.82	-25.76	-35.57	17.79	-8.91	352.41	-185.42
1	5	10.33	26.59	58.65	52.95	16.33	-8.49	134.47	-86.91	44.09	-15.86	-35.50	17.75	-8.91	418.75	-126.94
-	-	18.19	49.03	58.65	52.95	16.33	-8.49	134.47	-86.91	44.09	-15.86	-35.50	17.75	-8.91	459.66	-96.63
1	6	18.19	49.03	75.42	67.85	20.70	-7.61	148.14	-66.32	57.74	-13.65	-35.43	17.72	-8.91	525.01	-49.67
-	-	26.05	71.48	75.42	67.85	20.70	-7.61	148.14	-66.32	57.74	-13.65	-35.43	17.72	-8.91	565.92	-19.36
1	7	26.05	71.48	92.93	83.42	25.90	-9.21	158.46	-49.41	72.27	-15.00	-35.64	17.82	-8.91	630.30	14.74
-	-	33.91	93.93	92.93	83.42	25.90	-9.21	158.46	-49.41	72.27	-15.00	-35.64	17.82	-8.91	671.22	45.05
1	8	33.91	93.93	113.60	101.83	33.10	-11.76	171.18	-39.12	90.43	-19.49	-36.97	18.48	-8.91	751.53	65.85
-	-	41.77	116.38	113.60	101.83	33.10	-11.76	171.18	-39.12	90.43	-19.49	-36.97	18.48	-8.91	792.44	96.16
1	9	-0.73	4.04	-54.97	-61.49	31.94	-45.42	123.10	-148.78	68.83	-100.57	20.42	-10.21	0.68	283.63	-493.22
-	-	4.27	18.31	-54.97	-61.49	31.94	-45.42	123.10	-148.78	68.83	-100.57	20.42	-10.21	0.68	309.38	-473.70
1	10	4.27	18.31	-44.63	-49.94	35.86	-38.77	144.88	-130.19	84.46	-84.56	22.48	-11.24	0.68	378.62	-403.95
-	-	9.26	32.57	-44.63	-49.94	35.86	-38.77	144.88	-130.19	84.46	-84.56	22.48	-11.24	0.68	404.62	-384.69
1	11	-42.29	-120.76	-89.50	-100.83	16.01	-36.82	39.01	-174.25	22.51	-101.00	6.56	-3.28	0.15	-137.83	-782.46
-	-	-38.86	-110.96	-89.50	-100.83	16.01	-36.82	39.01	-174.25	22.51	-101.00	6.56	-3.28	0.15	-124.60	-764.61
1	12	-38.86	-110.96	-80.74	-90.92	13.54	-32.38	38.02	-166.05	19.83	-90.56	5.67	-2.84	0.15	-125.46	-719.40
-	-	-35.43	-101.17	-80.74	-90.92	13.54	-32.38	38.02	-166.05	19.83	-90.56	5.67	-2.84	0.15	-112.23	-701.55
1	13	-35.43	-101.17	-69.66	-78.41	11.50	-27.81	37.65	-155.13	17.87	-78.56	5.15	-2.58	0.15	-107.82	-647.16
-	-	-28.38	-81.03	-69.66	-78.41	11.50	-27.81	37.65	-155.13	17.87	-78.56	5.15	-2.58	0.15	-80.64	-610.46
1	14	-28.38	-81.03	-56.26	-63.30	9.58	-22.80	48.80	-144.59	16.64	-65.42	5.10	-2.55	0.15	-56.52	-551.30
-	-	-21.34	-60.90	-56.26	-63.30	9.58	-22.80	48.80	-144.59	16.64	-65.42	5.10	-2.55	0.15	-29.34	-514.61
1	15	-21.34	-60.90	-43.38	-48.78	8.30	-18.53	63.83	-133.58	16.24	-53.25	5.27	-2.63	0.15	1.81	-458.05
-	-	-14.29	-40.77	-43.38	-48.78	8.30	-18.53	63.83	-133.58	16.24	-53.25	5.27	-2.63	0.15	28.99	-421.36
1	16	-14.29	-40.77	-30.72	-34.51	7.03	-14.32	79.65	-121.58	16.13	-41.43	5.52	-2.76	0.15	61.53	-364.46
-	-	-7.24	-20.63	-30.72	-34.51	7.03	-14.32	79.65	-121.58	16.13	-41.43	5.52	-2.76	0.15	88.71	-327.77
1	17	-7.24	-20.63	-18.20	-20.41	7.49	-10.70	94.88	-108.99	17.59	-29.85	5.80	-2.90	0.15	124.81	-271.41
-	-	-0.19	-0.50	-18.20	-20.41	7.49	-10.70	94.88	-108.99	17.59	-29.85	5.80	-2.90	0.15	151.99	-234.71
1	18	-0.19	-0.50	19.73	17.60	10.57	-7.82	108.72	-95.57	29.53	-18.33	6.10	-3.05	0.15	236.24	-152.22
-	-	6.86	19.63	19.73	17.60	10.57	-7.82	108.72	-95.57	29.53	-18.33	6.10	-3.05	0.15	272.69	-124.80
1	19	6.86	19.63	34.48	30.70	14.01	-6.68	122.32	-80.77	41.51	-16.05	6.42	-3.21	0.15	332.26	-87.34
-	-	13.91	39.77	34.48	30.70	14.01	-6.68	122.32	-80.77	41.51	-16.05	6.42	-3.21	0.15	368.95	-60.16
1	20	13.91	39.77	49.31	43.88	18.32	-7.90	134.84	-65.47	53.64	-16.20	6.79	-3.39	0.15	428.63	-28.46
-	-	20.96	59.90	49.31	43.88	18.32	-7.90	134.84	-65.47	53.64	-16.20	6.79	-3.39	0.15	465.32	-1.28
1	21	20.96	59.90	64.27	57.17	22.62	-9.10	145.87	-50.90	66.05	-16.62	7.28	-3.64	0.15	523.68	29.14
-	-	28.01	80.03	64.27	57.17	22.62	-9.10	145.87	-50.90	66.05	-16.62	7.28	-3.64	0.15	560.38	56.32
1	22	28.01	80.03	79.63	70.81	27.59	-10.90	156.17	-39.30	79.20	-17.80	8.08	-4.04	0.15	620.69	80.99
-	-	35.06	100.17	79.63	70.81	27.59	-10.90	156.17	-39.30	79.20	-17.80	8.08	-4.04	0.15	657.39	108.17
1	23	35.06	100.17	92.26	82.00	31.77	-12.49	166.67	-37.39	91.01	-19.63	9.33	-4.66	0.15	712.08	116.39
-	-	38.54	110.13	92.26	82.00	31.77	-12.49	166.67	-37.39	91.01	-19.63	9.33	-4.66	0.15	730.23	129.84
1	24	38.54	110.13	102.36	90.94	36.11	-14.80	174.95	-39.36	101.34	-22.18	10.92	-5.46	0.15	777.23	128.34
-	-	42.03	120.08	102.36	90.94	36.11	-14.80	174.95	-39.36	101.34	-22.18	10.92	-5.46	0.15	795.38	141.79

Viga	Tramo	Peso Propio	Peso Propio	C. P.	C. P.	S. C.	S. C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	Acc.	TOTAL	TOTAL
		Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas	MAX.	MIN.
1	25	-9.20	-34.72	43.24	38.62	37.90	-34.73	125.71	-144.95	81.67	-83.12	-29.90	14.95	-0.72	368.02	-421.37
-	-	-3.77	-19.21	43.24	38.62	37.90	-34.73	125.71	-144.95	81.67	-83.12	-29.90	14.95	-0.72	388.95	-393.12
1	26	-3.77	-19.21	55.93	49.95	44.87	-32.71	147.07	-122.22	98.47	-66.78	-26.54	13.27	-0.72	464.48	-321.26
-	-	1.66	-3.71	55.93	49.95	44.87	-32.71	147.07	-122.22	98.47	-66.78	-26.54	13.27	-0.72	485.99	-293.58
1	27	-41.57	-114.38	-104.74	-116.69	12.30	-34.43	41.97	-171.60	20.80	-91.90	41.06	-20.53	8.82	-84.54	-801.06
-	-	-34.58	-94.39	-104.74	-116.69	12.30	-34.43	41.97	-171.60	20.80	-91.90	41.06	-20.53	8.82	-57.55	-764.62
1	28	-34.58	-94.39	-87.69	-97.54	9.93	-27.64	49.48	-160.00	16.25	-74.94	38.58	-19.29	8.82	-43.43	-689.19
-	-	-27.58	-74.40	-87.69	-97.54	9.93	-27.64	49.48	-160.00	16.25	-74.94	38.58	-19.29	8.82	-16.44	-652.76
1	29	-27.58	-74.40	-73.68	-81.76	8.48	-22.85	63.93	-150.79	14.63	-61.88	37.54	-18.77	8.82	11.38	-594.15
-	-	-20.58	-54.41	-73.68	-81.76	8.48	-22.85	63.93	-150.79	14.63	-61.88	37.54	-18.77	8.82	38.37	-557.71
1	30	-20.58	-54.41	-60.60	-67.04	8.45	-18.56	83.24	-140.45	15.97	-49.84	36.97	-18.48	8.82	78.44	-501.41
-	-	-13.58	-34.42	-60.60	-67.04	8.45	-18.56	83.24	-140.45	15.97	-49.84	36.97	-18.48	8.82	105.43	-464.97
1	31	-13.58	-34.42	-47.93	-52.77	11.35	-15.38	102.91	-127.80	22.41	-38.33	36.56	-18.28	8.82	156.66	-408.48
-	-	-6.58	-14.43	-47.93	-52.77	11.35	-15.38	102.91	-127.80	22.41	-38.33	36.56	-18.28	8.82	183.65	-372.05
1	32	-6.58	-14.43	-35.27	-38.54	14.07	-12.46	119.11	-109.20	33.43	-27.19	36.09	-18.04	8.82	236.01	-308.41
-	-	0.42	5.56	-35.27	-38.54	14.07	-12.46	119.11	-109.20	33.43	-27.19	36.09	-18.04	8.82	265.09	-274.06
1	33	0.42	5.56	40.97	36.34	15.23	-6.95	117.50	-60.96	47.18	-20.16	33.12	-16.56	8.82	369.17	-101.40
-	-	18.22	48.08	40.97	36.34	15.23	-6.95	117.50	-60.96	47.18	-20.16	33.12	-16.56	8.82	450.60	-41.08
1	34	18.22	48.08	18.68	17.03	8.20	-3.42	41.40	-15.18	19.16	-7.68	20.25	-10.12	8.82	251.17	32.67
-	-	27.60	61.48	18.68	17.03	8.20	-3.42	41.40	-15.18	19.16	-7.68	20.25	-10.12	8.82	281.91	55.44

Momentos

Viga	Tramo	Peso Propio	Peso Propio	C. P.	C. P.	S. C.	S. C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	Acc.	TOTAL	TOTAL
		Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas	MAX.	MIN.
1	1	0.00	0.00	-0.65	-1.33	1.48	-0.55	12.90	-15.01	2.09	-6.62	9.41	-4.70	35.69	-38.79	
-	-	48.14	118.58	83.97	76.98	36.12	-13.53	180.35	-57.02	78.68	-29.84	95.40	-47.70	18.59	907.88	36.62
1	2	48.14	118.58	166.43	151.06	43.97	-31.23	337.46	-154.06	109.39	-74.22	115.35	-57.67	18.59	1313.29	-119.07
-	-	96.83	255.85	193.31	171.48	50.53	-12.45	380.34	-59.83	133.78	-32.72	197.75	-98.88	52.91	1875.35	234.10
1	3	96.83	255.85	220.35	197.59	59.07	-9.31	458.60	-52.82	161.43	-28.16	166.49	-83.25	52.91	2019.48	303.50
-	-	99.87	270.63	197.61	175.76	55.80	-14.29	430.84	-74.50	140.96	-42.10	204.45	-102.23	71.49	2028.12	216.22
1	4	99.87	270.63	216.28	193.41	62.94	-15.23	482.71	-81.07	170.74	-45.40	199.36	-99.68	71.49	2165.54	223.10
-	-	86.52	238.60	173.78	154.69	57.71	-20.91	444.44	-107.65	148.56	-61.27	233.88	-116.94	90.07	2037.89	48.12
1	5	86.52	238.60	180.77	161.37	60.34	-21.06	456.59	-111.43	162.08	-62.87	230.36	-115.18	90.07	2080.25	49.99
-	-	56.78	159.77	112.91	100.51	51.39	-27.46	412.46	-140.32	135.94	-79.88	264.47	-132.24	108.65	1814.18	-215.64
1	6	56.78	159.77	111.66	99.56	50.76	-26.76	395.08	-142.37	133.82	-80.62	260.17	-130.09	108.65	1778.85	-216.18
-	-	10.66	34.13	-42.81	-46.56	37.94	-34.04	340.29	-172.48	104.50	-98.00	296.27	-148.13	127.23	1304.58	-651.36
1	7	10.66	34.13	-30.74	-33.07	37.20	-46.93	299.21	-173.64	90.68	-98.79	288.21	-144.10	127.23	1229.44	-647.15
-	-	-51.85	-138.31	-169.80	-189.03	25.33	-66.06	243.16	-204.05	57.48	-166.77	330.46	-165.23	145.80	794.51	-1349.54
1	8	-51.85	-138.31	-131.74	-147.56	34.34	-67.93	246.07	-205.60	65.03	-155.29	311.67	-155.83	145.80	830.67	-1268.59
-	-	-130.75	-357.55	-343.97	-384.41	29.31	114.47	145.23	-360.71	17.76	-300.29	371.91	-185.95	164.38	231.77	-2503.97
1	9	-130.75	-357.55	-333.62	-373.71	27.65	108.81	163.93	-300.83	28.00	-294.97	352.26	-176.13	164.38	249.48	-2379.14
-	-	-133.09	-372.36	-260.67	-292.10	9.89	-69.71	80.90	-254.39	24.42	-195.36	332.93	-166.47	163.48	134.02	-2027.67
1	10	-133.09	-372.36	-263.28	-295.59	11.50	-67.69	97.17	-262.12	29.27	-197.91	324.21	-162.10	163.48	149.01	-2037.00
-	-	-142.06	-406.06	-264.57	-299.17	36.07	-95.77	143.07	-340.97	65.16	-277.51	307.67	-153.83	162.57	222.49	-2338.84
1	11	-142.06	-406.06	-264.74	-299.06	38.33	-98.59	126.51	-365.76	63.78	-287.59	304.81	-152.40	162.57	196.84	-2387.40
-	-	-105.13	-300.63	-183.58	-207.61	25.67	-67.05	180.37	-239.22	45.86	-198.42	298.84	-149.42	162.44	442.64	-1733.51
1	12	-105.13	-300.63	-187.28	-211.61	32.68	-75.22	165.94	-270.39	48.77	-213.68	298.68	-149.34	162.44	432.60	-1812.49
-	-	-71.33	-204.11	-114.06	-129.15	30.72	-53.26	216.24	-160.95	60.97	-137.47	293.51	-146.76	162.30	709.92	-1241.09
1	13	-71.33	-204.11	-123.08	-139.11	34.28	-62.16	204.33	-215.41	49.62	-167.75	295.41	-147.71	162.30	677.16	-1382.37
-	-	-11.66	-33.75	7.45	7.12	44.34	-44.15	283.94	-133.09	101.05	-95.40	285.74	-142.87	162.01	1215.87	-636.54
1	14	-11.66	-33.75	17.75	16.10	31.96	-33.61	295.20	-133.88	77.82	-80.69	291.41	-145.70	162.01	1205.41	-598.80
-	-	34.83	98.96	106.46	94.98	46.89	-27.66	342.52	-115.87	123.76	-54.24	285.08	-142.54	161.73	1687.33	-252.02
1	15	34.83	98.96	111.04	98.99	43.41	-19.59	375.47	-116.09	122.83	-55.79	289.07	-144.53	161.73	1738.02	-242.50
-	-	68.14	194.02	176.56	157.20	55.86	-18.40	415.98	-98.36	145.26	-49.98	284.64	-142.32	161.45	2094.48	-19.22
1	16	68.14	194.02	178.84	159.22	57.26	-19.34	437.32	-98.36	157.01	-50.80	287.37	-143.68	161.45	2148.20	-21.64
-	-	88.26	251.43	218.82	194.72	64.98	-18.77	463.63	-85.21	170.91	-45.67	283.71	-141.86	161.16	2365.65	119.61
1	17	88.26	251.43	220.17	195.93	65.68	-19.18	473.49	-84.90	176.63	-46.00	285.90	-142.95	161.16	2392.74	118.58
-	-	95.21	271.19	233.80	208.02	68.35	-19.04	482.58	-77.89	181.27	-43.39	282.62	-141.31	160.88	2463.98	173.03
1	18	95.21	271.19	234.66	208.81	68.60	-19.08	481.96	-78.01	181.48	-43.54	284.49	-142.25	160.88	2467.73	171.98
-	-	88.97	253.30	221.74	197.32	66.15	-19.34	473.73	-84.13	176.73	-47.03	281.49	-140.75	160.60	2391.95	125.29
1	19	88.97	253.30	222.07	197.64	65.93	-19.00	463.33	-84.51	171.22	-46.66	283.01	-141.50	160.60	2372.91	124.93
-	-	69.55	197.76	182.83	162.76	58.44	-19.70	436.29	-96.33	157.54	-50.79	280.48	-140.24	160.31	2149.44	-5.51
1	20	69.55	197.76	182.11	162.17	57.50	-18.82	415.04	-96.99	145.39	-49.77	281.28	-140.64	160.31	2103.32	-5.01
-	-	36.95	104.57	117.38	104.63	45.21	-20.08	374.68	-112.76	123.93	-54.74	279.81	-139.90	160.03	1743.45	-216.94
1	21	36.95	104.57	114.12	101.82	48.16	-28.54	341.21	-112.90	122.51	-52.97	278.91	-139.46	160.03	1694.56	-228.29
-	-	-8.83	-26.26	26.42	23.82	33.54	-34.27	295.11	-129.88	80.39	-79.86	280.01	-140.00	159.75	1212.41	-562.97
1	22	-8.83	-26.26	16.81	15.47	45.06	-44.17	284.87	-129.86	100.74	-95.79	274.91	-137.46	159.75	1220.98	-602.34
-	-	-67.79	-194.75	-117.68	-132.95	35.86	-62.65	209.47	-219.64	53.71	-168.56	282.45	-141.23	159.46	686.36	-1354.39
1	23	-67.79	-194.75	-105.56	-119.60	32.05	-53.16	220.43	-161.05	63.77	-137.84	277.49	-138.74	159.46	714.26	-1199.27
-	-	-101.83	-292.01	-181.67	-205.23	34.52	-75.89	171.57	-275.07	54.32	-215.64	284.54	-142.27	159.32	441.84	-1787.06
1	24	-101.83	-292.01	-176.02	-199.11	27.69	-67.34	182.99	-241.26	51.57	-199.57	282.86	-141.43	159.32	447.45	-1698.66
-	-	-139.10	-398.48	-260.42	-294.11	39.83	-99.25	134.46	-371.13	69.12	-290.58	291.38	-145.69	159.18	206.44	-2368.60
1	25	-139.10	-398.48	-258.33	-292.18	37.95	-96.20	151.48	-342.46	70.50	-279.28	292.69	-146.34	159.18	232.81	-2308.91
-	-	-129.76	-359.65	-252.16	-283.05	11.56	-65.82	106.97	-260.10	30.01	-189.69	320.64	-160.32	160.22	180.24	-1979.37
1	26	-129.76	-359.65	-250.79	-280.79	9.76	-69.02	87.98	-249.64	24.74	-187.87	329.62	-164.81	160.22	159.89	-1970.79
-	-	-128.25	-343.15	-322.34	-360.89	30.72	109.38	176.06	-294.95	36.24	-290.68	362.43	-181.22	161.25	319.87	-2333.67

Vig a	Tram o	Peso Propio	Peso Propio	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradie nte	Gradient e	Acc.	TOTAL	TOTAL
		Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positi vo	Negativo	Reológ icas	MAX.	MIN.
1	27	-128.25	-343.15	-334.87	-373.90	32.22	-115.61	157.91	-352.06	20.27	-297.85	382.84	-191.42	161.25	293.91	-2461.73
-	-	-57.55	-149.34	-141.06	-157.97	34.36	-68.28	242.74	-198.19	66.08	-156.44	319.10	-159.55	144.88	811.32	-1302.82
1	28	-57.55	-149.34	-177.78	-197.78	25.99	-70.56	239.31	-201.10	57.51	-175.37	341.29	-170.65	144.88	780.38	-1405.76
-	-	0.15	7.36	-43.78	-47.64	37.08	-49.99	288.79	-168.31	87.69	-106.78	300.74	-150.37	128.50	1168.52	-721.21
1	29	0.15	7.36	-60.92	-66.75	33.05	-39.39	318.16	-166.68	95.42	-95.01	308.36	-154.18	128.50	1207.46	-720.34
-	-	44.86	126.94	84.84	75.69	44.81	-29.77	352.59	-139.44	112.91	-79.20	276.58	-138.29	112.12	1618.43	-295.29
1	30	44.86	126.94	89.81	80.02	45.82	-26.65	381.58	-136.97	123.89	-78.17	278.61	-139.31	112.12	1683.51	-283.56
-	-	76.57	209.40	156.44	139.77	55.16	-20.96	419.06	-110.99	144.83	-62.83	250.27	-125.13	95.74	1952.00	-24.91
1	31	76.57	209.40	152.49	135.87	53.07	-20.51	416.86	-106.13	137.60	-60.72	250.23	-125.11	95.74	1931.04	-18.76
-	-	95.28	254.75	201.04	179.92	60.25	-15.66	453.63	-83.25	161.01	-46.83	222.88	-111.44	79.36	2108.41	166.05
1	32	95.28	254.75	186.29	165.92	53.95	-14.35	413.18	-74.72	135.35	-42.52	222.78	-111.39	79.36	1990.61	171.22
-	-	101.01	262.98	220.73	198.03	60.43	-10.44	457.61	-57.89	163.21	-31.15	194.41	-97.20	62.99	2095.15	281.90
1	33	101.01	262.98	218.80	194.97	60.06	-13.48	418.15	-73.19	148.84	-40.48	227.72	-113.86	62.99	2069.33	216.51
-	-	57.00	136.31	196.55	178.93	52.78	-35.26	367.49	-180.46	126.10	-84.83	138.91	-69.45	21.33	1504.27	-137.68
1	34	57.00	136.31	88.42	81.20	39.56	-15.56	184.30	-69.75	85.37	-35.40	109.90	-54.95	21.33	994.63	29.13
-	-	0.00	0.00	-2.19	-3.08	1.17	-0.61	9.23	-18.54	2.24	-8.47	10.73	-5.36	30.97	-49.49	

Envolvente de reacciones

Nudo	Peso Propio	Peso Propio	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	Acc.	TOTAL	TOTAL
	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas	MAX.	MIN.
2	0.000	0.000	2.641	2.545	1.079	-0.046	6.594	-0.208	0.976	-0.115	0.432	-0.216	0.000	11.721	1.960
5	13.775	31.953	35.082	32.092	14.148	-5.041	71.458	-22.243	34.380	-11.621	26.039	-13.019	4.455	231.290	25.895
7	13.775	31.953	11.133	8.033	9.336	-10.784	73.295	-24.923	36.493	-16.071	-11.379	5.690	4.455	186.129	-9.396
11	0.000	0.000	5.562	5.368	3.331	-1.189	24.539	-2.446	4.276	-2.368	-0.272	0.136	0.000	37.844	-0.908
38	42.495	112.337	116.305	104.116	50.163	-24.298	132.369	-48.563	123.391	-38.246	-32.271	16.136	-9.594	593.196	105.976
47	51.555	153.334	78.594	69.127	43.718	-28.827	131.226	-57.012	114.327	-50.611	16.647	-8.323	0.532	589.933	129.243
104	51.224	154.800	81.987	72.151	43.620	-27.977	132.982	-56.952	116.003	-49.842	25.490	-12.745	0.871	606.978	130.658
113	43.235	110.672	112.548	100.814	49.698	-24.570	129.735	-48.877	120.745	-38.729	-39.675	19.837	-9.541	586.470	93.329
140	0.000	0.000	4.954	4.765	3.063	-1.182	29.967	-2.582	4.216	-2.367	0.057	-0.028	0.000	42.257	-1.395
144	13.799	30.739	12.411	9.077	9.268	-10.538	76.320	-25.283	36.415	-15.046	-10.722	5.361	4.410	188.723	-7.975
146	13.799	30.739	35.155	32.250	14.031	-4.792	74.366	-22.273	33.775	-11.311	25.210	-12.605	4.410	231.485	25.806
149	0.000	0.000	2.260	2.180	0.922	-0.029	5.720	-0.150	0.806	-0.075	0.444	-0.222	0.000	10.153	1.704

3.1. COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN DEL VANO CENTRAL

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y _q [m]	z _q [m]	No.	y _q [m]	z _q [m]
C1	CB2	H500	Polígono	1	0.33	0	2	4.13	0
				3	4.46	1.10	4	3.95	1.10
				5	3.95	1.00	6	4.11	0.80
				7	3.96	0.32	8	3.87	0.25
				9	0.59	0.25	10	0.50	0.32
				11	0.35	0.80	12	0.51	1.00
C2	CS2	H300	Polígono	13	0.51	1.10	14	0	1.10
				1	-3.09	1.22	2	0	1.10
				3	4.46	1.10	4	7.55	1.22
				5	7.55	1.50	6	-3.09	1.50

Armadura G0 Σ A_s = 3695 mm², ρ = 0.1 %

Nombre	Material	BC	Tipo	y _{1q} [m]	z _{1q} [m]	y _{2q} [m]	z _{2q} [m]	as/m'	n, ∅	exist A _s [mm²]
R1	R(AEH500)	2	PL	0.42	0.12	4.04	0.12	15394	24∅14	3695

Tendones G0 Σ A_p = 13440 mm², ρ = 0.2 %

Nombre	Clase	BC	Adh.	y _{1q} [m]	z _{1q} [m]	dy	dz	ε _o +Δε [‰]	P _{oo} /P _o	A _p [mm²]
PP5	Y1860S	0	Con.	4.04	0.12	0	0	5.0	1.000	2520
PP7	Y1860S	0	Con.	3.52	0.12	0	0	5.0	1.000	1680
PP6	Y1860S	0	Con.	2.91	0.12	0	0	5.0	1.000	2520
PP8	Y1860S	0	Con.	1.57	0.12	0	0	5.0	1.000	2520
PP3	Y1860S	0	Con.	0.96	0.12	0	0	5.0	1.000	1680
PP2	Y1860S	0	Con.	0.42	0.12	0	0	5.0	1.000	2520

Características mecánicas

"(con la contribución de la armadura, material de referencia: CB2)"

	Area		Momento de inercia		Centro Gr., Ángulo		Masa espec.	
	[m²]		[m⁴]		[m]		[kg/m]	
A _x	4.6238	I _x	0.158570	y _s	2.23	M _{sec}	13477.7	
A _y	(=Ax)	I _y	1.209933	z _s	0.98			
A _z	(=Ax)	I _z	29.371054	β	-0.0 [°]			

Detalles de las características mecánicas

Nombre	Valores básico				Características mecánicas			Torsión I _x	
	Mat.	Masa espec. [t/m³]	A _{xi} [m²]	E [kN/mm²]	w=E/E _{ref} [-]	w A _{xi} [m²]	w I _{xi} [m⁴]	No.	I [m]
C1	CB2	2.5	1.5077	42	1.00	1.5077	0.029969	3	12.35
C2	CS2	2.5	3.8833	33	0.79	3.0512	0.128601	3	21.84
Suma		kg/m	13477.7			4.5589	0.158570		

Materiales

ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	G [kN/mm²]	v	ρ [t/m³]	α [‰]	Clase
CB2	Hormigón	Viga	42	18	0.17	2.5	0.010	H500
CS2	Hormigón	Losa	33	14	0.17	2.5	0.010	H300
R	Acero para ar	(general)	205	79	0.30	8.0	0.012	AEH500
PB2	Acero para pr	Viga	200	77	0.30	8.0	0.012	Y1860S

Hormigón

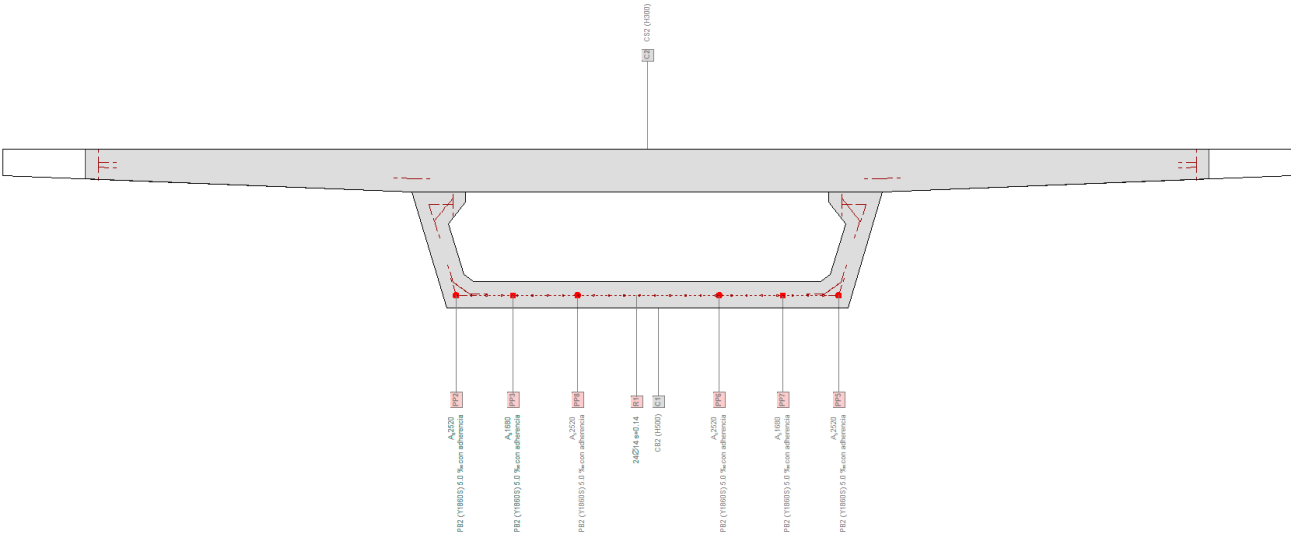
ID	Clase	f _{ck} [N/mm²]	E _c [kN/mm²]	f _{ctt} [N/mm²]	f _{cv} [N/mm²]	f _{ck} [N/mm²]
CB2	H500	-50.0	42	0	0.9	50.0
CS2	H300	-30.0	33	0	0.7	30.0

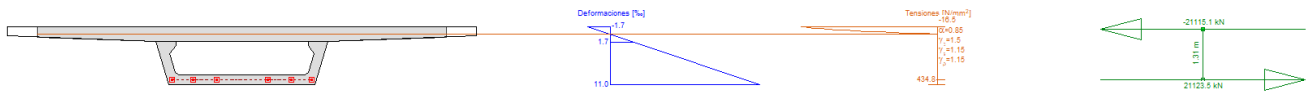
Acero para armadura

ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [‰]	f _{tk} [N/mm²]
R	AEH500	-500.0	210	500.0	20.0	500.0

Acero para pretensado

ID	Clase	-f _{p0.1k} [N/mm²]	E _p [kN/mm²]	f _{p0.1k} [N/mm²]	ε _{uk} [‰]	f _{pk} [N/mm²]
PB2	Y1860S	-1670.0	200	1670.0	20.0	1860.0





☒ Solicitaciones / Factores de eficiencia: $\text{eff}(M,N)=0.89$ OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			$\text{eff}(M,N)$	Esfuerzos de corte y torsión			Sección completa	
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]		V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	$\text{eff}(V,T)$	$\text{eff}(M,N,V,T)$
1	!ELU		0	24677.3	0	0.89					

☒ Parámetros de análisis "ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	Diagrama			Límites de deformación			σ_s	Factores de la resistencia				Otros valores		
	c	s	p	ϵ_{c2}	ϵ_{cu3}	ϵ_{ud}		α_{cc}	γ_c	γ_s	γ_p	θ	ϕ	P(t)
!ELU	2/0	1	1	-2.0	-3.5	10.0		0.85	1.50	1.15	1.15	45.00	0	t=0

☒ Deformaciones y tensiones extremas

Nombre		Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C2		H300	7.55	1.50	-1.7	-16.5	1.76
C1		H500	0.33	0	11.0	0	1.76
R1		AEH500	3.90	0.12	10.0	434.8	1.15
PP5		Y1860S	4.04	0.12	15.0	1452.2	1.15

☒ Estado Último "ELU"

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ϵ_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	N/ ϵ_x	M_y/χ_y	M_z/χ_z
8.5	27641.2	0.2	2.7	8.4	0.0	3097.96	3.275E+6	2.875E+5

3.2. COMPROBACIÓN A CORTANTE DE LA VIGA CENTRAL

Se calcula el cortante duplicando el valor del alma mas desfavorable para comprobar implícitamente la interacion cortante torsor.

fck, viga:	5000	t/m2	γc:		fyk:	51000	t/m2	
fcd:	3333	t/m2	1.5		fpk:	171000	t/m2	γs:
f1cd:	2000	t/m2			fyd:	40000	t/m2	1.15
fck, losa:	3000	t/m2	γc:		Tensión de tesado (t/m2):	117895	t/m2	
fcd:	2000	t/m2	1.5		Tipo de cable:	0.6"		
f1cd:	1200	t/m2						

Cuantía mínima vertical de cortante:			
Alma	0.50	8.33	cm2/m

ELU Cortante (art. 44.2 EHE-08) Viga 1

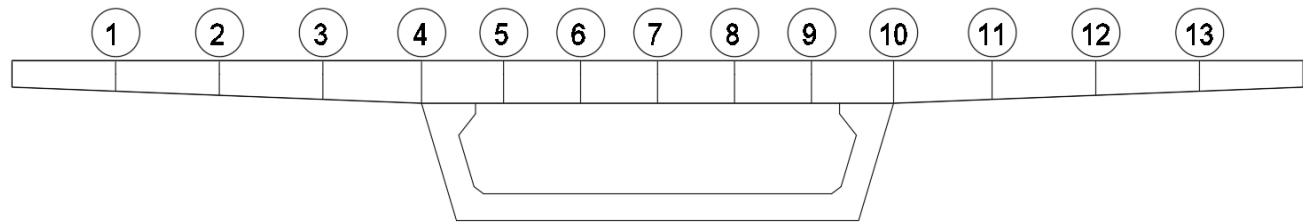
Distancia	Área (m2)	d (m)	b0 (m)	As,eqv. traccionada (cm2)	Nd (t)	ρ	α	cotgθ (θe)	(θ)	z	σ'cd (t/m2)	ζ	tan α	Md,conc (mt)	K	Vu1 (t)	β	Vcu (t)	Vd (t)	nº cables abajo	Vrd (t)	As (cm2/m)	Vrd/Vu1(t)	Adisp (cm2/m)				Armadura dispuesta
0.0	5.81	1.38	0.60	706	706	0.020	90	0.50	1.00	1.242	121.4	1.381	0.00	-812.9	1.02	848.10	0.67	45.42	795.4	0	795.4	151.0	0.94	160.85	9.9	OK		3E16 c/0.15
					564			0.50	1.00		97.1				1.02	844.08	0.67	43.41	795.4	0	795.4	151.4	0.94	160.85	9.5	OK		
0.9	5.81	1.38	0.60	706	706	0.020	90	0.50	1.00	1.242	121.4	1.381	0.00	-593.0	1.02	848.10	0.67	45.42	777.2	0	777.2	147.3	0.92	160.85	13.5	OK		3E16 c/0.15
					564			0.50	1.00		97.1				1.02	844.08	0.67	43.41	777.2	0	777.2	147.7	0.92	160.85	13.1	OK		
1.8	5.81	1.38	0.60	1411	1411	0.020	90	0.88	1.00	1.242	242.7	1.381	0.00	-398.5	1.05	868.19	0.90	74.55	712.1	72	712.1	128.3	0.82	160.85	32.5	OK		3E16 c/0.15
					1129			0.99	1.00		194.2				1.04	860.15	0.99	76.66	712.1	72	712.1	127.9	0.83	160.85	32.9	OK		
3.7	5.81	1.38	0.50	1411	1411	0.020	90	0.50	1.20	1.242	242.7	1.381	0.00	-27.7	1.05	711.63	0.53	36.98	620.7	72	620.7	97.9	0.87	107.23	9.3	OK		2E16 c/0.15
					1129			0.89	1.20		194.2				1.04	705.04	0.72	46.23	620.7	72	620.7	96.4	0.88	107.23	10.9	OK		
5.6	5.81	1.38	0.50	1411	1411	0.020	90	1.27	1.50	1.242	242.7	1.381	0.00	244.8	1.05	667.84	0.69	47.63	523.7	72	523.7	63.9	0.78	74.56	10.7	OK		(E16+E10) c/0.15
					1129			1.27	1.50		194.2				1.04	661.66	0.68	44.00	523.7	72	523.7	64.4	0.79	74.56	10.2	OK		
7.4	5.81	1.38	0.50	1882	1882	0.020	90	1.57	1.75	1.242	323.6	1.381	0.00	441.0	1.06	632.94	0.58	45.23	428.6	96	428.6	44.1	0.68	60.32	16.2	OK		2E12 c/0.15
					1505			1.48	1.75		258.9				1.05	625.24	0.48	34.34	428.6	96	428.6	45.4	0.69	60.32	15.0	OK		
9.3	5.81	1.38	0.50	1882	1882	0.020	90	1.75	2.00	1.242	323.6	1.381	0.00	559.9	1.06	587.73	0.00	0.00	332.3	96	332.3	33.4	0.57	41.89	8.4	OK		2E10 c/0.15
					1505			1.60	2.00		258.9				1.05	580.58	0.00	0.00	332.3	96	332.3	33.4	0.57	41.89	8.4	OK		
11.2	5.81	1.38	0.50	1882	1882	0.020	90	1.81	2.00	1.242	323.6	1.381	0.00	601.1	1.06	587.73	0.00	0.00	236.2	96	236.2	23.8	0.40	30.16	6.4	OK		E12 c/0.15
					1505			1.64	2.00		258.9				1.05	580.58	0.00	0.00	236.2	96	236.2	23.8	0.41	30.16	6.4	OK		

En cada uno de los puntos anteriores el primer valor corresponde al cálculo a tiempo inicial y el segundo a tiempo infinito

3.3. ARMADURA DE LOSA

Se verifica el estado límite de rotura de la sección para los esfuerzos máximos que debe soportar. Las acciones en estado límite último son utilizadas para el posterior dimensionamiento de la armadura de las secciones

Se resumen a continuación los esfuerzos obtenidos:



A continuación, se adjuntan las cuantías de acero necesarias y las comprobaciones correspondientes:

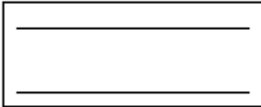
	MOMENTOS FLECTORES (tn m)																		
	1	2	3	4 izq.	V 4 izq	V 4 dcha	4 dcha.	5	6	7	8	9	10 izq.	V 10 izq	V 10 dcha	10 dcha.	11	12	13
H1	-0.76	-4.04	-19.35	-38.91	21.39	-19.66	-18.91	-11.35	-7	-3.56	-1.04	0.55	1.23	-0.3	-7.63	-15.75	-9.08	-3.96	-0.76
H2	-0.76	-3.96	-9.08	-15.75	7.63	-16.56	-14.39	-2.8	4.52	5.3	4.52	-2.8	-14.39	16.56	-7.63	-15.75	-9.08	-3.96	-0.76
H3	-0.76	-4.04	-19.35	-38.91	21.39	-17.16	-14.74	-9.01	-6.47	-4.86	-4.16	-4.38	-6.93	9.73	-15.71	-29.92	-15.5	-3.98	-0.76
H4	-0.76	-4.04	-19.35	-38.91	21.39	-27.46	-24.26	-11.03	-3.09	0.44	3.39	0.87	-4.12	7.5	-7.63	-15.75	-9.08	-3.96	-0.76
H5	-0.76	-3.96	-9.08	-15.75	7.63	-20.64	-13.49	-1.75	2.95	6.92	3.2	-4.5	-13.13	12.49	-7.63	-15.75	-9.08	-3.96	-0.76
H6	-0.76	-3.96	-9.08	-15.75	7.63	-20.33	-12.53	-1.01	3.48	7.13	3.27	-5.71	-20.1	20.54	-15.47	-24.48	-10.3	-3.96	-0.76
H7																			
MIN	-0.76	-4.04	-19.35	-38.91	7.63	-27.46	-24.26	-11.35	-7	-4.86	-4.16	-5.71	-20.1	-0.3	-15.71	-29.92	-15.5	-3.98	-0.76
MAX.	0.00	0.00	0.00	0.00	21.39	0.00	0.00	0.00	4.52	7.13	4.52	0.87	1.23	20.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Canto Secc.	0.29	0.33	0.36	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.36	0.33	0.29
As (-)	0.84	3.82	16.21	28.82			17.97	8.41	5.19	3.60	3.08	4.23	14.89			22.16	12.99	3.77	0.84
φ20	0.3	1.2	5.2	9.2			5.7	2.7	1.7	1.1	1.0	1.3	4.7			7.1	4.1	1.2	0.3
As (+)	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	3.73	5.88	3.73	0.72	1.01			0.00	0.00	0.00	0.00
φ12	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	3.3	5.2	3.3	0.6	0.9			0.0	0.0	0.0	0.0

Sección 4 exterior:

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

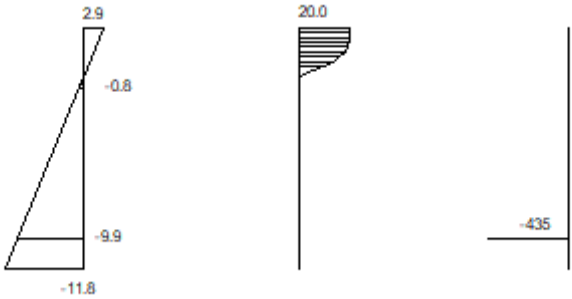
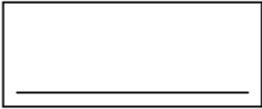
1 Datos

- Materiales
- Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15
- Sección
- Sección : LOSA40CM
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40
ri [m] = 0.050
rs [m] = 0.100



2 Dimensionamiento

Md [kN · m] = 389.1



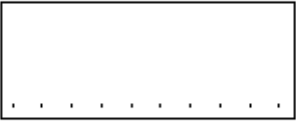
Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.079
1/r [1/m] · 1.E-3 = 36.7
 $\epsilon_s \cdot 1.E-3$ = 2.9
 $\epsilon_i \cdot 1.E-3$ = -11.8

Deformación y tensión de armaduras			
Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm²]	·1.E-3	[MPa]
0.100	0.0	-0.8	0.0
0.350	28.1	-9.9	434.8

At_est [cm²] = 28.1

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nºϕ	25	19	14	9	6
nº capas	2	1	1	1	1
At [cm²]	28.3	29.2	28.1	28.3	29.5
wk [mm]	0.27	0.28	0.31	0.34	0.37



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	45.0

As [cm²] = 31.4

Ac,ef [cm²] = 1000.0

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIb
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : LOSA40CM
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40

- Armado de la sección

ϕ [mm] = 20

2 Resultados

Mk [kN·m] = 288.2

Separación media entre fisuras sm [mm] = 122.0

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 1.34

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 105.1

Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 286.6

Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.28

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

Se colocará 10Ø20 pml en la cara superior de la losa.

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

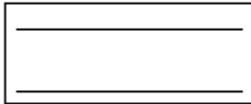
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA40CM
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.40



2 Comprobación

$\rho_l \text{ [}\cdot 1.E-3\text{]} = 8$
 $N_d \text{ [kN]} = 0.0$

 $V_u \text{ [kN]} = 223.0$

$V_u = 223.0 \text{ kN} > V_d = 206.4 \text{ kN}$ No se dispone armadura a cortante. No se considera el máximo cortante de 27.46 t por hallarse la rueda del carro a menos de un canto útil de distancia de la sección a dimensionar.

Sección 7:

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

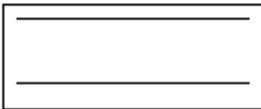
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

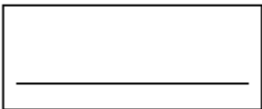
- Sección

Sección : LOSA40CM
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40
ri [m] = 0.100
rs [m] = 0.050



2 Dimensionamiento

$M_d \text{ [kN}\cdot\text{m]} = 71.3$

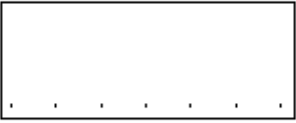


Plano de deformación de agotamiento
x [m] = 0.034
1/r [1/m] ·1.E-3 = 37.5
εs ·1.E-3 = 1.3
εi ·1.E-3 = -13.7

Deformación y tensión de armaduras			
Profundidad	Armadura	Deformación	Tensión
[m]	[cm²]	·1.E-3	[MPa]
0.050	0.0	-0.6	0.0
0.300	7.7	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 7.7

φ [mm]	12	14	16	20	25
nºφ	7	5	4	3	3
nº capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	7.9	7.7	8.0	9.4	14.7
wk [mm]	0.22	0.25	0.25	0.23	0.15



capa	nº barras	Separación [mm]
1	7	41.0

As [cm²] = 7.9

Ac,ef [cm²] = 1000.0

2 Resultados

Mk [kN·m] = 96.2

Separación media entre fisuras sm [mm] = 177.0

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.90

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 357.4

Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 357.7

Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.27

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

Se colocarán 7Ø12 pml en la cara inferior de la losa.

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IIb
Clases específicas de exposición :

- Geometría de la sección

Sección : LOSA40CM
b [m] = 1.00
h [m] = 0.40

- Armado de la sección

φ [mm] = 12

Sección 4 interior:

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

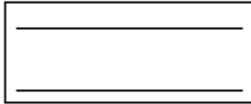
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA40CM
b0 [m] = 1.00
h [m] = 0.40

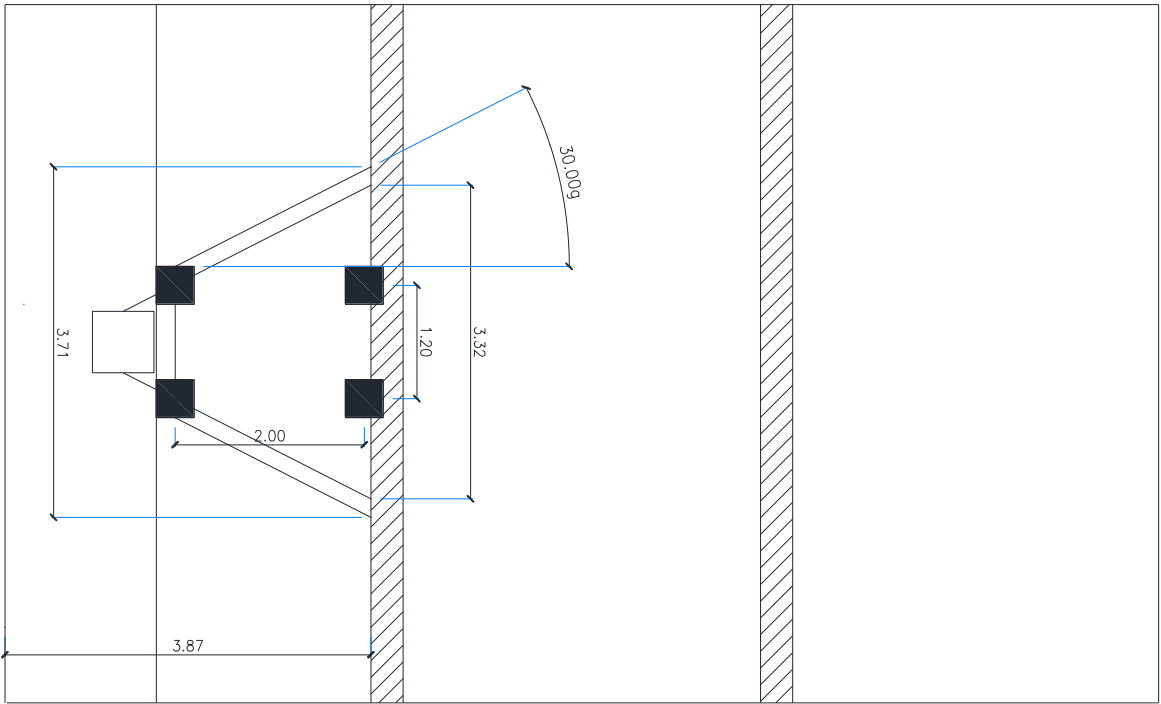
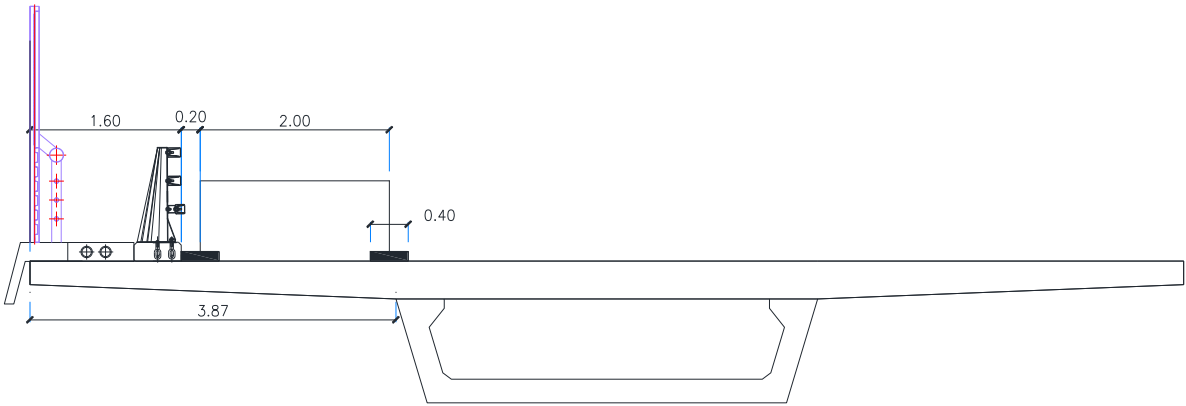


2 Comprobación

ρ_l [.1.E-3] = 8
Nd [kN] = 0.0

Vu [kN] = 223.0

Vu = 223.0 kN > Vd = 206.4 kN No se dispone armadura a cortante, considerando el cortante máximo a un canto útil por el interior del ala de la viga, ya que el máximo de 274.6 kN se produce con una rueda del carro sobre el alma.



IMPACTO EN BARRERA

Longitud voladizo	3.87 m	M losa	6.10 tn m
Espesor losa	0.33 m	M acera	2.46 tn m
Ancho barrera	0.60 m	M barrera	2.18 tn m
Ancho acera	1.60 m	M carro	16.74 tn m
Carga permanente acera	0.50 tn/m2	M carril	2.32 tn m
Carga permanente barrera	0.85 tn/m2	M impacto	8.92 tn m
Carga puntual	15 tn	M t	38.72 tn m
SC carril	0.90 tn/m2		
Fx base poste barrera	33.48 tn		
Fy base poste barrera	26.37 tn		
Fz base poste barrera	7.82 tn		
Mx base poste barrera	9.52 tn m		
My base poste barrera	8.13 tn m		
Ancho reparto carro	3.71 m		
Ancho reparto barrera	3.32 m		
Coef. Mayoración CP	1.00		
Coef. Mayoración SC	1.00		

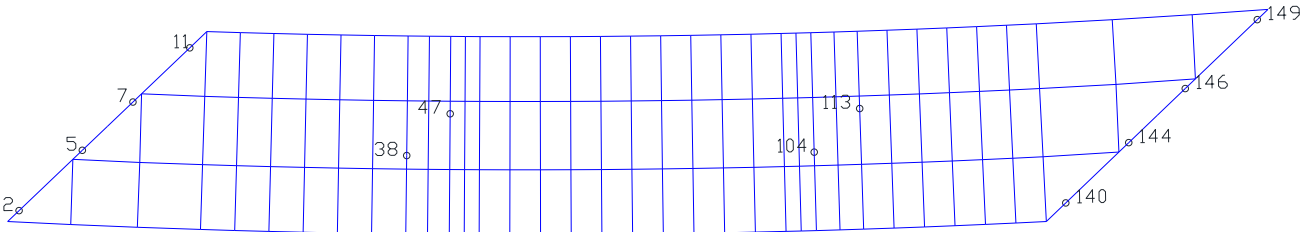
Espesor losa:	0.40 m
Recubrimiento:	0.045 m
fck losa:	300 kg/cm²
Nd	7.94 tn
Md	38.72 T m
Capacidad Mecánica (T/ml):	121.89 T/ml
Díámetro a disponer:	20 mm
Nº de barras de cálculo:	8.9
Se dispondrán finalmente:	10 barras
As (principal) de cálculo:	28.03 cm²
As (principal) dispuesta:	31.42 cm²
As (reparto):	7.85 cm²
Cap. Mecánica reparto:	30.47 T/ml
Díámetro Arm reparto:	12 mm
Nº de barras de cálculo:	5.4
Se dispondrán finalmente:	7 barras
As (reparto) dispuesta:	7.917 cm²

4. DISEÑO DE APARATOS DE APOYO

4.1. REACCIONES VERTICALES

Se adjuntan a continuación la envolvente de reacciones verticales, así como las acciones máximas en apoyos y reacciones concomitantes.

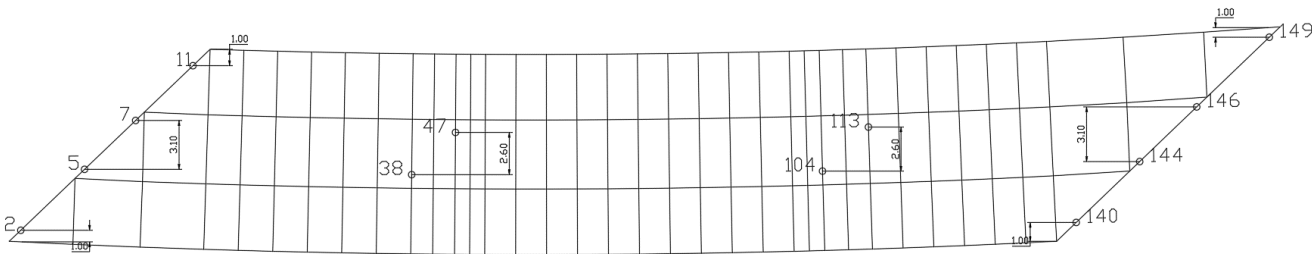
Situación de apoyos:



Envolvente de reacciones

Nudo	Peso Propio	Peso Propio	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	Acc.	TOTAL	TOTAL
	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas	MAX.	MIN.
2	0.000	0.000	2.641	2.545	1.079	-0.046	6.594	-0.208	0.976	-0.115	0.432	-0.216	0.000	11.721	1.960
5	13.775	31.953	35.082	32.092	14.148	-5.041	71.458	-22.243	34.380	-11.621	26.039	-13.019	4.455	231.290	25.895
7	13.775	31.953	11.133	8.033	9.336	-10.784	73.295	-24.923	36.493	-16.071	-11.379	5.690	4.455	186.129	-9.396
11	0.000	0.000	5.562	5.368	3.331	-1.189	24.539	-2.446	4.276	-2.368	-0.272	0.136	0.000	37.844	-0.908
38	42.495	112.337	116.305	104.116	50.163	-24.298	132.369	-48.563	123.391	-38.246	-32.271	16.136	-9.594	593.196	105.976
47	51.555	153.334	78.594	69.127	43.718	-28.827	131.226	-57.012	114.327	-50.611	16.647	-8.323	0.532	589.933	129.243
104	51.224	154.800	81.987	72.151	43.620	-27.977	132.982	-56.952	116.003	-49.842	25.490	-12.745	0.871	606.978	130.658
113	43.235	110.672	112.548	100.814	49.698	-24.570	129.735	-48.877	120.745	-38.729	-39.675	19.837	-9.541	586.470	93.329
140	0.000	0.000	4.954	4.765	3.063	-1.182	29.967	-2.582	4.216	-2.367	0.057	-0.028	0.000	42.257	-1.395
144	13.799	30.739	12.411	9.077	9.268	-10.538	76.320	-25.283	36.415	-15.046	-10.722	5.361	4.410	188.723	-7.975
146	13.799	30.739	35.155	32.250	14.031	-4.792	74.366	-22.273	33.775	-11.311	25.210	-12.605	4.410	231.485	25.806
149	0.000	0.000	2.260	2.180	0.922	-0.029	5.720	-0.150	0.806	-0.075	0.444	-0.222	0.000	10.153	1.704

4.2. REACCIONES Y CONCOMITANTES



Reacciones en Nudo 2 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas
2	0	0	2.641	2.545	1.079	-0.046	6.594	-0.208	0.976	-0.115	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	14.147	-5.04	56.411	-22.153	34.381	-11.624	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	-10.783	9.332	12.772	56.817	-10.098	30.507	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	-1.189	3.33	-0.688	7.475	-2.139	4.047	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	32.333	-6.45	10.104	45.551	104.074	2.362	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	0.417	14.457	13.081	18.186	-4.646	33.108	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	5.022	10.737	2.523	-5.949	78.729	-34.198	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	29.655	-4.639	6.498	12.874	-22.157	80.278	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	-1.178	3.069	-0.377	1.442	-0.874	0.488	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	-10.271	8.868	-3.681	12.11	-8.149	14.549	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	13.939	-4.582	1.753	-6.11	4.204	23.492	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	0.922	-0.028	0.01	-0.036	0.025	0.741	0.443	-0.221	0

Total MAX	11.721
Total MIN	1.96

Reacciones en Nudo 5 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas
2	0	0	2.641	2.545	1.079	-0.046	4.059	-0.207	0.976	-0.115	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	14.147	-5.04	71.46	-22.24	34.381	-11.624	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	-10.783	9.332	6.585	54.339	-10.098	30.507	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	-1.189	3.33	-1.192	6.8	-2.139	4.047	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	32.333	-6.45	11.293	44.801	104.074	2.362	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	0.417	14.457	10.78	22.381	-4.646	33.108	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	5.022	10.737	3.288	-6.442	78.729	-34.198	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	29.655	-4.639	6.06	13.129	-22.157	80.278	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	-1.178	3.069	-0.385	1.448	-0.874	0.488	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	-10.271	8.868	-3.751	12.168	-8.149	14.549	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	13.939	-4.582	1.792	-6.141	4.204	23.492	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	0.922	-0.028	0.011	-0.037	0.025	0.741	0.443	-0.221	0

Total MAX	231.302
Total MIN	25.9

Reacciones en Nudo 7 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológica
2	0	0	2.641	2.545	-0.046	1.079	-0.074	0.112	-0.114	0.976	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	-5.04	14.147	2.367	12.307	-10.926	33.69	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	9.332	-10.783	73.294	-24.922	36.489	-16.069	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	3.33	-1.189	10.615	-2.431	4.276	-2.368	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	-6.45	32.333	45.974	23.896	9.473	95.675	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	14.457	0.417	-7.736	71.093	34.166	-4.053	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	10.737	5.022	-12.762	80.113	-3.412	71.37	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	-4.639	29.655	7.841	-33.411	16.591	-5.202	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	3.069	-1.178	0.103	-1.246	1.424	-1.144	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	8.868	-10.271	0.901	-11.578	15.263	-8.43	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	-4.582	13.939	-0.52	6.033	-2.989	11.608	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	-0.028	0.922	-0.003	0.036	-0.024	0.238	0.443	-0.221	0

Total MAX	186.111
Total MIN	-9.409

Reacciones en Nudo 11 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológica
2	0	0	2.641	2.545	-0.046	1.079	-0.079	0.807	-0.114	0.976	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	-5.04	14.147	-4.817	48.811	-10.935	33.693	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	9.332	-10.783	60.464	-10.71	36.475	-16.065	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	3.33	-1.189	24.539	-2.447	4.276	-2.368	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	-6.45	32.333	30.67	34.78	11.256	95.18	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	14.457	0.417	-9.958	29.091	31.881	-3.419	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	10.737	5.022	7.163	24.817	-35.849	80.381	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	-4.639	29.655	5.23	-0.254	81.297	-23.176	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	3.069	-1.178	1.316	-0.841	0.501	-0.887	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	8.868	-10.271	10.986	-8.053	14.663	-8.264	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	-4.582	13.939	-5.482	3.975	23.426	4.27	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	-0.028	0.922	-0.033	0.024	0.741	0.025	0.443	-0.221	0

Total MAX	37.842
Total MIN	-0.909

Reacciones en Nudo 38 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológica
2	0	0	2.641	2.545	1.074	-0.042	-0.037	0.054	0.928	0.02	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	13.633	-4.525	-1.712	5.926	29.415	2.18	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	-10.028	8.577	29.709	-10.967	1.597	-4.006	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	-1.101	3.242	3.082	-1.118	-0.686	-0.412	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	50.203	-24.32	132.382	-48.596	123.365	-38.282	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	-28.665	43.539	-37.871	110.618	-36.828	90.02	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	27.008	-11.249	-16.297	44.707	85.412	13.741	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	3.249	21.767	10.184	9.664	-5.312	39.092	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	2.334	-0.443	0.123	-1.739	3.582	-1.377	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	2.959	-4.362	1.064	-16.768	32.478	-13.437	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	7.308	2.049	-0.623	8.172	-1.301	6.412	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	0.882	0.012	-0.004	0.049	0.15	0.038	0.443	-0.221	0

Total MAX	593.331
Total MIN	105.827

Reacciones en Nudo 47 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológica
2	0	0	2.641	2.545	-0.041	1.074	0.07	0.104	-0.074	0.917	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	-4.483	13.591	7.744	18.156	-7.092	27.888	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	8.493	-9.944	-15.208	26.097	22.003	2.887	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	3.234	-1.093	-1.511	-0.012	3.186	-0.865	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	-24.239	50.121	-29.961	115.844	-28.714	100.131	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	43.66	-28.786	131.283	-57.078	114.425	-50.623	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	-27.709	43.468	46.555	-26.338	20.831	29.6	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	49.397	-24.381	-13.131	37.462	34.584	23.846	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	-1.123	3.013	-1.037	-0.191	-1.411	3.949	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	-9.912	8.51	-9.788	2.382	-13.725	35.708	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	13.628	-4.271	4.955	3.564	6.586	-3.141	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	0.92	-0.026	0.029	0.01	0.039	0.139	0.443	-0.221	0

Total MAX	590.139
Total MIN	129.099

Reacciones en Nudo 104 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológica
2	0	0	2.641	2.545	0.018	1.014	0.044	0.027	0.06	0.141	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	2.027	7.081	4.909	4.708	6.647	-3.304	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	-4.22	2.769	-9.541	1.749	-13.585	35.607	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	-0.406	2.547	-0.949	-0.237	-1.319	3.964	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	22.236	3.646	-12.469	36.828	36.786	24.212	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	-12.077	26.952	44.458	-25.416	19.633	28.471	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	43.634	-27.875	132.826	-56.057	116.067	-49.452	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	-24.606	49.621	-30.525	114.38	-30.466	98.765	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	3.018	-1.127	-1.539	0.737	3.11	-0.85	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	8.558	-9.961	-14.546	28.464	21.604	4.05	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	-4.293	13.65	7.288	14.781	-6.814	27.637	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	-0.026	0.92	0.043	0.036	-0.047	0.768	0.443	-0.221	0

Total MAX	607.333
Total MIN	132.618

Reacciones en Nudo 113 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológica
2	0	0	2.641	2.545	1.014	0.018	-0.005	0.075	0.158	0.059	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.088	32.097	7.081	2.027	-0.555	8.215	-1.377	6.468	26.042	-13.021	4.456
7	13.775	31.953	11.119	8.021	2.769	-4.22	0.921	-16.549	32.219	-13.269	-11.384	5.692	4.456
11	0	0	5.561	5.367	2.547	-0.406	0.099	-1.618	3.609	-1.286	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.366	104.172	3.646	22.236	9.966	10.439	-3.535	39.996	-32.364	16.182	-9.615
47	51.555	153.334	78.552	69.086	26.952	-12.077	-15.474	42.506	85.019	11.479	16.78	-8.39	0.55
104	51.224	154.8	82.47	72.588	43.634	-27.875	-36.842	111.868	-34.44	91.857	25.218	-12.609	1.095
113	43.235	110.672	112.057	100.372	49.621	-24.606	129.039	-48.847	120.506	-38.896	-39.491	19.746	-9.795
132	0	0	4.953	4.769	-1.127	3.018	3.21	-1.163	-0.745	-0.38	0.099	-0.05	0
136	13.799	30.739	11.955	8.655	-9.961	8.558	32.403	-10.642	2.512	-3.4	-10.511	5.256	4.427
138	13.799	30.739	35.609	32.664	13.65	-4.293	-2.73	5.683	29.235	1.862	25.008	-12.504	4.427
141	0	0	2.263	2.182	0.92	-0.026	-0.032	0.034	0.775	0.011	0.443	-0.221	0

Total MAX	584.876
Total MIN	92.643

Reacciones en Nudo 140 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas
2	0	0	2.641	2.545	-0.045	1.077	-0.053	0.055	0.875	0.041	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.082	32.092	-4.88	13.987	-5.785	6.088	23.594	4.498	26.039	-13.019	4.455
7	13.775	31.953	11.133	8.033	9.037	-10.485	11.383	-11.508	13.511	-8.582	-11.379	5.69	4.455
11	0	0	5.562	5.368	3.301	-1.16	1.293	-1.16	0.469	-0.863	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.305	104.116	-4.104	29.969	5.579	-33.048	83.788	-23.126	-32.271	16.136	-9.594
47	51.555	153.334	78.594	69.127	10.367	4.523	7.181	78.487	-37.319	80.132	16.647	-8.323	0.532
104	51.224	154.8	81.987	72.151	14.871	0.772	-8.612	74.082	32.108	-1.075	25.49	-12.745	0.871
113	43.235	110.672	112.548	100.814	-6.984	32.112	26.719	22.423	10.099	93.044	-39.675	19.837	-9.541
140	0	0	4.954	4.765	3.063	-1.182	29.967	-2.582	4.216	-2.367	0.057	-0.028	0
144	13.799	30.739	12.411	9.077	9.268	-10.538	56.932	-25.281	36.415	-15.046	-10.722	5.361	4.41
146	13.799	30.739	35.155	32.25	-4.792	14.031	-4.551	12.369	-10.857	33.321	25.21	-12.605	4.41
149	0	0	2.26	2.18	-0.029	0.922	-0.054	0.074	-0.075	0.806	0.444	-0.222	0

Total MAX	42.257
Total MIN	-1.395

Reacciones en Nudo 144 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas
2	0	0	2.641	2.545	-0.045	1.077	-0.005	0.053	0.875	0.041	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.082	32.092	-4.88	13.987	-0.515	5.904	23.594	4.498	26.039	-13.019	4.455
7	13.775	31.953	11.133	8.033	9.037	-10.485	0.876	-11.141	13.511	-8.582	-11.379	5.69	4.455
11	0	0	5.562	5.368	3.301	-1.16	0.093	-1.124	0.469	-0.863	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.305	104.116	-4.104	29.969	8.069	-33.022	83.788	-23.126	-32.271	16.136	-9.594
47	51.555	153.334	78.594	69.127	10.367	4.523	-12.874	77.117	-37.319	80.132	16.647	-8.323	0.532
104	51.224	154.8	81.987	72.151	14.871	0.772	-6.765	74.362	32.108	-1.075	25.49	-12.745	0.871
113	43.235	110.672	112.548	100.814	-6.984	32.112	45.435	23.281	10.099	93.044	-39.675	19.837	-9.541
140	0	0	4.954	4.765	3.063	-1.182	10.518	-2.581	4.216	-2.367	0.057	-0.028	0
144	13.799	30.739	12.411	9.077	9.268	-10.538	76.32	-25.283	36.415	-15.046	-10.722	5.361	4.41
146	13.799	30.739	35.155	32.25	-4.792	14.031	-1.082	12.361	-10.857	33.321	25.21	-12.605	4.41
149	0	0	2.26	2.18	-0.029	0.922	-0.07	0.074	-0.075	0.806	0.444	-0.222	0

Total MAX	188.723
Total MIN	-7.975

Reacciones en Nudo 146 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas
2	0	0	2.641	2.545	1.077	-0.045	0.016	-0.059	0.04	0.876	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.082	32.092	13.987	-4.88	1.812	-6.518	4.438	23.655	26.039	-13.019	4.455
7	13.775	31.953	11.133	8.033	-10.485	9.037	-3.714	12.671	-8.48	13.408	-11.379	5.69	4.455
11	0	0	5.562	5.368	-1.16	3.301	-0.36	1.428	-0.852	0.458	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.305	104.116	29.969	-4.104	5.82	14.777	-22.14	82.803	-32.271	16.136	-9.594
47	51.555	153.334	78.594	69.127	4.523	10.367	3.485	-8.287	78.57	-35.758	16.647	-8.323	0.532
104	51.224	154.8	81.987	72.151	0.772	14.871	12.992	23.588	-2.266	33.3	25.49	-12.745	0.871
113	43.235	110.672	112.548	100.814	32.112	-6.984	7.717	42.236	101.725	1.419	-39.675	19.837	-9.541
140	0	0	4.954	4.765	-1.182	3.063	-1.041	6.9	-2.128	3.977	0.057	-0.028	0
144	13.799	30.739	12.411	9.077	-10.538	9.268	5.797	55.674	-8.7	30.069	-10.722	5.361	4.41
146	13.799	30.739	35.155	32.25	14.031	-4.792	74.366	-22.273	33.775	-11.311	25.21	-12.605	4.41
149	0	0	2.26	2.18	0.922	-0.029	3.109	-0.137	0.804	-0.073	0.444	-0.222	0

Total MAX	231.485
Total MIN	25.806

Reacciones en Nudo 149 y concomitantes

	P.P.	P.P.	C.P.	C.P.	S.C.	S.C.	Tandem	Tandem	Carril	Carril	Gradiente	Gradiente	
Nudo	Viga	Losa	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Positivo	Negativo	Reológicas
2	0	0	2.641	2.545	1.077	-0.045	0.016	-0.056	0.041	0.875	0.432	-0.216	0
5	13.775	31.953	35.082	32.092	13.987	-4.88	1.761	-6.156	4.498	23.594	26.039	-13.019	4.455
7	13.775	31.953	11.133	8.033	-10.485	9.037	-3.626	12.044	-8.582	13.511	-11.379	5.69	4.455
11	0	0	5.562	5.368	-1.16	3.301	-0.351	1.362	-0.863	0.469	-0.272	0.136	0
38	42.495	112.337	116.305	104.116	29.969	-4.104	6.548	9.724	-23.126	83.788	-32.271	16.136	-9.594
47	51.555	153.334	78.594	69.127	4.523	10.367	2.3	-0.004	80.132	-37.319	16.647	-8.323	0.532
104	51.224	154.8	81.987	72.151	0.772	14.871	13.587	16.169	-1.075	32.108	25.49	-12.745	0.871
113	43.235	110.672	112.548	100.814	32.112	-6.984	9.923	14.575	93.044	10.099	-39.675	19.837	-9.541
140	0	0	4.954	4.765	-1.182	3.063	-0.545	7.093	-2.367	4.216	0.057	-0.028	0
144	13.799	30.739	12.411	9.077	-10.538	9.268	13.29	62.471	-15.046	36.415	-10.722	5.361	4.41
146	13.799	30.739	35.155	32.25	14.031	-4.792	56.376	-7.072	33.321	-10.857	25.21	-12.605	4.41
149	0	0	2.26	2.18	0.922	-0.029	5.72	-0.15	0.806	-0.075	0.444	-0.222	0

Total MAX	10.153
Total MIN	1.704

4.3. ACCIONES HORIZONTALES

PS 308.2

REACCIONES HORIZONTALES DEBIDAS A FRENADO

- Propiedades de los materiales (t/m2)
E pila : 3.00E+06
G neopreno : 180
Ancho carril1 w 3.00
Frenado (t): 53.74
Ltablero (m)= 65.70
Bcalzada (m)= 9.00

APOYOS	Subestructura		NEOPRENOS		CONSTANTES ELÁSTICAS			FRENADO			
	Altura (m)	Inercia (m4)	Area (m2)	Altura (m)	Pila	Neoprenos	Total	Ki / K1	Hfr (t)	Defor. neop (m)	Defor. pila (m)
Estribo 1	0.000	0.000	0.560	0.056	0.000	1800.000	1800.000	1.000	20.137	0.0112	0.0000
Pila 1	10.170	0.098	0.980	0.075	840.001	2352.000	618.948	0.344	6.924	0.0029	0.0082
Pila 2	10.700	0.098	0.980	0.075	721.259	2352.000	551.988	0.307	6.175	0.0026	0.0086
Estribo 2	0.000	0.000	0.560	0.055	0.000	1832.727	1832.727	1.018	20.503	0.0112	0.0000

Total... 2.669 53.739

PS 308.2

REACCIONES HORIZONTALES DEBIDAS A RETRACCIÓN, FLUENCIA Y VAR. UNIF. Tª

- Propiedades de los materiales (t/m2)
E pila : 1.80E+06
G neopreno : 90.00

APOYO	SUBESTRUCTURA		NEOPRENOS		CONSTANTES ELÁSTICAS (t/m)			DESPLAZAMIENTOS Y REACCIONES					
	Altura (m)	Inercia (m4)	Area (m2)	Altura (m)	Pila	Neoprenos	Total	x (m)	K.Δx (t)	Desplaz. (m)	Reacción (t)	Desplaz. (m)	Defor. pila (m)
Estribo 1	0.000	0.000	0.560	0.056	0.000	900.000	900.000	0.000	0.000	0.02440	21.958	0.0244	0.0000
Pila 1	10.170	0.098	0.980	0.075	504.000	1176.000	352.800	20.000	7056.003	0.00940	3.316	0.0028	0.0066
Pila 2	10.700	0.098	0.980	0.075	432.755	1176.000	316.344	45.000	14235.482	-0.00935	-2.958	-0.0025	-0.0068
Estribo 2	0.000	0.000	0.560	0.055	0.000	916.364	916.364	65.000	59563.636	-0.02435	-22.315	-0.0244	0.0000

Suma... 2485.508 80855.122 0.000

PS 308.2

REACCIONES HORIZONTALES DEBIDAS A LA FUERZA CENTRÍFUGA

Nº de carriles	3	Peso vehiculos	120	Radio medio	624.80
----------------	---	----------------	-----	-------------	--------

Qtk (t)	7.68
Derrape Qtrk (t)	13.43
Fc (t)	21.12

- Propiedades de los materiales (t/m2)
E pila : 3.00E+06
G neopreno : 180

APOYOS	Subestructura		NEOPRENOS		CONSTANTES ELÁSTICAS			F. Centrífuga			
	Altura (m)	Inercia (m4)	Area (m2)	Altura (m)	Pila	Neoprenos	Total	Ki / K1	Hfc (t)	Defor. neop (m)	Defor. pila (m)
Estribo 1	0.000	0.000	0.560	0.056	0.000	1800.000	1800.000	0.375	7.913	0.0044	0.0000
Pila 1	10.170	0.098	0.980	0.075	840.001	2352.000	618.948	0.129	2.721	0.0012	0.0032
Pila 2	10.700	0.098	0.980	0.075	721.259	2352.000	551.988	0.115	2.427	0.0010	0.0034
Estribo 2	0.000	0.000	0.560	0.055	0.000	1832.727	1832.727	0.382	8.057	0.0044	0.0000

Total... 1.000 21.117

PS 308.2

REACCIONES HORIZONTALES DEBIDAS AL VIENTO

Zona según mapa isotacas B			
FV (t) 85.269	Vref (m/s): 27	Canto viga: 1.10 m	Ancho Tab.: 12.2
	Tipo entorno: II	Esp losa: 0.40 m	Peralte % 2.13
	ptablero (t/m2): 0.209	Esp pav: 0.20 m	
		Ltablero: 65.70 m	
		hexp cp = 6.21 m	

- Propiedades de los materiales (t/m2)
E pila : 3.00E+06
G neopreno : 180

APOYOS	Subestructura		NEOPRENOS		CONSTANTES ELÁSTICAS			F. Viento		Defor. neop (m)	Defor. pila (m)
	Altura (m)	Inercia (m4)	Area (m2)	Altura (m)	Pila	Neoprenos	Total	Ki / K1	Hv (t)		
Estribo 1	0.000	0.000	0.560	0.056	0.000	1800.000	1800.000	0.375	31.952	0.0178	0.0000
Pila 1	10.170	0.098	0.980	0.075	840	2352.000	618.948	0.129	10.987	0.0047	0.0131
Pila 2	10.700	0.098	0.980	0.075	721.3	2352.000	551.988	0.115	9.798	0.0042	0.0136
Estribo 2	0.000	0.000	0.560	0.055	0.000	1832.727	1832.727	0.382	32.533	0.0178	0.0000

Total... 0.618 85.269

PS 308.2

REACCIONES HORIZONTALES DEBIDAS AL VIENTO

FV (t) 85.269	Vref (m/s2): 27	Canto viga: 1.1 m	
	Tipo entorno: II	Esp losa: 0.4 m	Ancho Tab.: 12.2
	ptablero (t/m2): 0.209	Esp pav: 0.2 m	Peralte % 2.13
		Ltablero: 65.70 m	
		hexp cp +sc = 6.21 m	

- Propiedades de los materiales (t/m2)
E pila : 3.00E+06
G neopreno : 180

APOYOS	Subestructura		NEOPRENOS		CONSTANTES ELÁSTICAS			F. Viento		Defor. neop (m)	Defor. pila (m)
	Altura (m)	Inercia (m4)	Area (m2)	Altura (m)	Pila	Neoprenos	Total	Ki / K1	Hv (t)		
Estribo 1	0.000	0.000	0.560	0.056	0.000	1800.000	1800.000	0.375	31.952	0.0178	0.0000
Pila 1	10.170	0.098	0.980	0.075	840	2352.000	618.948	0.129	10.987	0.0047	0.0131
Pila 2	10.700	0.098	0.980	0.075	721.3	2352.000	551.988	0.115	9.798	0.0042	0.0136
Estribo 2	0.000	0.000	0.560	0.055	0.000	1832.727	1832.727	0.382	32.533	0.0178	0.0000

Total... 0.618 85.269

4.4. COMPROBACIÓN DE APARATOS DE APOYO

PS_308.2

REACCIONES												
	ESTRIBO 1				PILA 1		PILA 2		ESTRIBO 2			
	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 3	APOYO 4	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 3	APOYO 4
PP Vigas	0.00	13.78	13.78	0.00	42.50	51.56	51.22	43.24	0.00	13.80	13.80	0.00
PP Losa	12.21	52.12	52.12	12.21	112.34	153.33	154.80	110.67	12.21	50.91	50.91	12.21
Carga Permanente Max	2.64	35.08	11.13	5.56	116.31	78.59	81.99	112.55	4.95	12.41	35.16	2.26
SC aceras Min	2.55	32.09	8.03	5.37	104.12	69.13	72.15	100.81	4.77	9.08	32.25	2.18
SC aceras Max	1.08	14.15	9.34	3.33	50.16	43.72	43.62	49.70	3.06	9.27	14.03	0.92
SC aceras Min	-0.05	-5.04	-10.78	-1.19	-24.30	-28.83	-27.98	-24.57	-1.18	-10.54	-4.79	-0.03
Carril Max	0.98	34.38	36.49	4.28	123.39	114.33	116.00	120.75	4.22	36.42	33.78	0.81
Carril Min	-0.12	-11.62	-16.07	-2.37	-38.25	-50.61	-49.84	-38.73	-2.37	-15.05	-11.31	-0.08
Tandem Max	6.59	71.46	73.30	24.54	132.37	131.23	132.98	129.74	29.97	76.32	74.37	5.72
Tandem Min	-0.21	-22.24	-24.92	-2.45	-48.56	-57.01	-56.95	-48.88	-2.58	-25.28	-22.27	-0.15
Gradiente Positivo	0.43	26.04	-11.38	-0.27	-32.27	16.65	25.49	-39.68	0.06	-10.72	25.21	0.44
Gradiente Negativo	-0.22	-13.02	5.69	0.14	16.14	-8.32	-12.75	19.84	-0.03	5.36	-12.61	-0.22
Reología	0.00	4.46	4.46	0.00	-9.59	0.53	0.87	-9.54	0.00	4.41	4.41	0.00
Viento Vertical Max	7.03	4.47	4.47	7.03	50.52	50.52	50.52	50.52	7.03	4.47	4.47	7.03
Viento Vertical Min	-7.03	-4.47	-4.47	-7.03	-50.52	-50.52	-50.52	-50.52	-7.03	-4.47	-4.47	-7.03
Viento Trans CP Max	12.29	3.73	3.73	12.29	21.19	21.19	18.71	18.71	12.52	3.80	3.80	12.52
Viento Trans CP Min	-12.29	-3.73	-3.73	-12.29	-21.19	-21.19	-18.71	-18.71	-12.52	-3.80	-3.80	-12.52
Viento Trans SC Max	12.29	3.73	3.73	12.29	21.19	21.19	18.71	18.71	12.52	3.80	3.80	12.52
Viento Trans SC Min	-12.29	-3.73	-3.73	-12.29	-21.19	-21.19	-18.71	-18.71	-12.52	-3.80	-3.80	-12.52
MAX (Tn)	35.5	256.4	211.2	61.6	636.2	633.0	648.5	628.0	66.2	213.9	256.6	34.1
MIN (Tn)	2.6	41.1	5.9	0.0	63.0	86.2	89.1	51.8	0.0	7.2	41.0	2.2
NEOPRENOS					(*)	(*)	(*)	(*)				
a (mm)	300	400	400	300	700	700	700	700	300	400	400	300
b (mm)	300	500	450	300	700	700	700	700	300	450	500	300
Nº Neopreno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Area Neopreno (cm2)	900	2000	1800	900	4900	4900	4900	4900	900	1800	2000	900
Smax	39.47	128.19	117.34	68.49	129.84	129.18	132.35	128.16	73.55	118.81	128.31	37.88
Smin	2.86	20.57	3.25	0.00	12.85	17.60	18.19	10.57	0.00	4.02	20.51	2.42
(*) Neopreno circular Ø 800 mm												
NEOPRENOS												
	ESTRIBO 1				PILA 1		PILA 2		ESTRIBO 2			
	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 3	APOYO 4	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 3	APOYO 4
DIST CENTRO (m)	32.31	32.31	32.31	32.31	14.35	14.35	14.35	14.35	32.31	32.31	32.31	32.31
DESPLAZ (m)	0.02423	0.02423	0.02423	0.02423	0.01076	0.01076	0.01076	0.01076	0.02423	0.02423	0.02423	0.02423
a (mm)	300	400	400	300	700	700	700	700	300	400	400	300
b (mm)	300	500	450	300	700	700	700	700	300	450	500	300
Neopreno (mm)	8.00	11.00	11.00	8.00	15.00	15.00	15.00	15.00	8.00	11.00	11.00	8.00
Acero (mm)	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Nº de capas de neopreno	7.00	5.00	5.00	7.00	5.00	5.00	5.00	5.00	7.00	5.00	5.00	7.00
h neopreno (m)	0.056	0.055	0.055	0.056	0.075	0.075	0.075	0.075	0.056	0.055	0.055	0.056
tang δ	0.433	0.441	0.441	0.433	0.144	0.144	0.144	0.144	0.433	0.441	0.441	0.433
h total (mm)	93	84	84	93	110	110	110	110	93	84	84	93
Módulo de deformación transversal neopreno (Mp/m³)	90	180										
	ESTRIBO 1				PILA 1		PILA 2		ESTRIBO 2			
	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 3	APOYO 4	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 1	APOYO 2	APOYO 3	APOYO 4
Factor de forma S	9.375	10.101	9.626	9.375	11.667	11.667	11.667	11.667	9.375	9.626	10.101	9.375
Factor de modificación b	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Máxima tensión tangencial bajo carga vertical (kp/cm²)	6.315	19.036	18.286	10.959	16.694	16.608	17.016	16.478	11.768	18.514	19.054	6.060
Fuerzas horizontales lentas (Dilatación, retracción y fluencia)	3.529	7.842	7.058	3.529	1.658	1.658	1.479	1.479	3.586	7.173	7.970	3.586
Fuerza horizontal rápida (Frenado)	3.236	7.192	6.473	3.236	3.462	3.462	3.088	3.088	3.295	6.590	7.322	3.295
Fuerza horizontal rápida (Fuerza centrífuga)	1.272	2.826	2.543	1.272	1.360	1.360	1.213	1.213	1.295	2.590	2.877	1.295
Fuerza horizontal rápida (Viento) - CP	5.135	11.411	10.270	5.135	5.493	5.493	4.899	4.899	5.228	10.457	11.619	5.228
Fuerza horizontal rápida (Viento) - SC	5.135	11.411	10.270	5.135	5.493	5.493	4.899	4.899	5.228	10.457	11.619	5.228
Tensión tangencial bajo acciones horizontales lentas (kp/cm²)	3.921	3.921	3.921	3.921	0.338	0.338	0.302	0.302	3.985	3.985	3.985	3.985
Tensión tangencial bajo acciones horizontales rápidas (kp/cm²)	7.975	7.975	7.975	7.975	1.567	1.567	1.398	1.398	8.120	8.120	8.120	8.120
Tensión tangencial en rotaciones (kp/cm²)	2.712	3.570	0.000	0.000	5.880	5.880	5.880	5.880	0.000	0.000	3.570	2.712
Condición de estabilidad												
h neta <= a / 5	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
	56	55	55	56	75	75	75	75	56	55	55	56
	60	80	80	60	140	140	140	140	60	80	80	60
Limitación de la tensión tangencial												
Tensión tangencial (lenta) < 0.5 G	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
	3.92	3.92	3.92	3.92	0.34	0.34	0.30	0.30	3.98	3.98	3.98	3.98
	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
Tensión tangencial (lenta y rápida) < 0.7 G	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
	5.72	5.72	5.72	5.72	0.69	0.69	0.62	0.62	5.82	5.82	5.82	5.82
	4.85	4.85	4.85	4.85	0.65	0.65	0.58	0.58	4.93	4.93	4.93	4.93
Tensión tangencial (lenta y rápida viento o centrífuga)	0.7 G	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30
	Tensión tangencial total < 5.0 G	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
	21	35	30	23	24	24	25	24	24	31	35	21
Tensión tangencial total	5.0 G	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Limitación de la tensión media												
σ _{tm} <= 150 kp/cm²	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
	39	128	117	68	130	129	132	128	74	119	128	38
Condición de no desplazamiento del apoyo												
σ _{tm} >= 30 kp/cm²	Apoyo anclado	Apoyo pegado	Apoyo anclado	Apoyo anclado	Apoyo pegado	Apoyo pegado	Apoyo pegado	Apoyo pegado	Apoyo anclado	Apoyo anclado	Apoyo pegado	Apoyo anclado
	2.9	20.6	3.3	0.0	12.8	17.6	18.2	10.6	0.0	4.0	20.5	2.4

Condición de espesor de los zunchos metálicos												
e >= a / S x α _{tm} / α _{te}	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0
e >= a / S x α _{tm} / α _{te}	0.5	2.1	2.0	0.9	3.2	3.2	3.3	3.2	1.0	2.1	2.1	0.5
Comprobaciones según norma EN 1337-3:2005												
Espesor total del elastómero en cizalla Tq (mm)	56	55	55	56	75	75	75	75	56	55	55	56
Espesor total del elastómero en cizalla Te (mm)	56	55	55	56	75	75	75	75	56	55	55	56
a (mm)	300	400	400	300	700	700	700	700	300	400	400	300
b (mm)	300	500	450	300	700	700	700	700	300	450	500	300
a' (mm)	292	392	392	292	692	692	692	692	292	392	392	292
b' (mm)	292	492	442	292	692	692	692	692	292	442	492	292
Deformación de diseño máxima (ε t, d)	2.05	3.50	3.62	2.22	3.25	3.23	3.26	3.20	2.37	3.67	3.52	1.34
Factor de seguridad parcial (γ _m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ε t, d < ε u, d	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
Factor del tipo de carga (K _f)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Deformación en cizalla (ε q, d)												
ε q, d ≤ 1	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
Deformación en cizalla debida a la rotación angular ε a, d	0.29	0.38	0.38	0.29	0.64	0.64	0.64	0.64	0.29	0.38	0.38	0.29

4.- CÁLCULO DE ESTRIBOS Y SU CIMENTACIÓN

CÁLCULO DE ESTRIBOS

DETERMINACIÓN ACCIONES EN ESTRIBOS

ESTRIBO 1 REACCIONES POR APOYO Y CASO DE CARGA

APOYO	2	5	7	11
X	5.1	1.55	-1.55	-5.1
PP	11.725	91.147	60.955	13.771
CM	3.286	27.743	7.29	5.549
TANDEM_2	6.731	55.917	13.272	-0.786
TANDEM_5	4.209	70.903	7.255	-1.388
TANDEM_7	-0.071	4.264	71.718	11.045
TANDEM_11	-0.09	-3.778	59.106	24.883
TANDEM_2	-0.245	-21.254	52.792	7.577
TANDEM_5	-0.245	-21.254	52.792	7.577
TANDEM_7	0.128	11.412	-23.935	-2.771
TANDEM_11	0.921	48.305	-9.918	-2.868
SCU_2	2.2	50.382	-10.098	-4.305
SCU_5	2.2	50.382	-22.102	-4.305
SCU_7	-0.207	-16.738	46.193	8.077
SCU_11	-0.207	-16.738	46.193	8.437
SCU_2	-0.209	-17.607	40.383	8.187
SCU_5	-0.209	-17.607	40.383	8.187
SCU_7	2.199	49.52	-5.929	-4.555
SCU_11	2.199	49.52	-27.897	-4.555

Total Vert [kN] Momento [kNm]

1775.98	363.63
438.68	201.61
751.34	1044.36
809.79	1271.99
869.56	-1612.45
801.21	-2248.33
388.70	-1546.64
388.70	-1546.64
-151.66	695.73
364.40	1095.70
381.79	1269.20
261.75	1455.26
373.25	-1397.91
376.85	-1416.27
307.54	-1327.04
307.54	-1327.04
412.35	1203.91
192.67	1544.42

concomitantes

Vertical		Momento	
max CARRO	869.56	1271.99	max -1612.45
min CARRO	-151.66	-2248.33	min -2248.33

max. SCU	412.35	1544.42	max 412.35	1203.91
min. SCU	192.67	-1416.27	min 192.67	1544.42

ESTRIBO 2 REACCIONES POR APOYO Y CASO DE CARGA

APOYO	140	144	146	149
X	5.1	1.55	-1.55	-5.1
PP	14.405	66.958	90.28	13.074
CM	5.131	8.401	27.728	3.038
TANDEM_140	30.249	55.896	-3.765	-0.064
TANDEM_144	11.01	74.9	0	-0.078
TANDEM_146	-1.041	5.797	74.366	3.109
TANDEM_149	-1.202	6.419	73.798	3.243
TANDEM_140	-2.94	-24.371	11.55	0.085
TANDEM_144	-2.581	-25.283	12.361	0.074
TANDEM_146	-1.202	6.419	73.798	3.243
TANDEM_149	7.664	53.178	-21.465	-0.163
SCU_140	8.132	46.158	-16.412	-0.135
SCU_144	7.279	45.683	-15.649	-0.104
SCU_146	-3.31	-19.238	47.806	1.726
SCU_149	-4.257	-20.223	49.367	1.839
SCU_140	-4.52	-26.424	48.765	1.841
SCU_144	-3.549	-25.584	47.352	1.728
SCU_146	7.04	39.337	-16.103	-0.102
SCU_149	7.868	39.942	-17.017	-0.133

Vertical Momento

1847.17	-293.61
442.98	-192.83
823.16	2470.71
858.32	1726.44
822.31	-1274.47
822.58	-1271.07
-156.76	-711.05
-154.29	-718.89
822.58	-1271.07
392.14	1556.14
377.43	1391.45
372.09	1327.18
269.84	-1296.02
267.26	-1389.54
196.62	-1489.84
199.47	-1399.64
301.72	1223.56
306.60	1290.92

2290.15

concomitantes

		Vertical		Momento
max CARRO	858.32	2470.71	max	1726.44
min CARRO	-156.76	-1274.47	min	2470.71

max. SCU	377.43	1391.45	max 377.43	1391.45
min. SCU	196.62	-1489.84	min 196.62	1489.84

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 1

DATOS GENERALES

CARACTERISTICAS DE MATERIALES

Resistencia del Hormigón Fck (MPa): 35.00
Resistencia del Acero Fyk (MPa): 500.00
Gamma_C: 1.50 Gamma_S: 1.15

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Gamma_CP: 1.35
Gamma_SC: 1.50
Gamma_SC (Trafico): 0.60

COEFICIENTES DE COMBINACION

Efecto	Chi0	Chi1	Chi2	Chi2*
Vehiculo Pesado	.75	.75	.00	.00
Sobrecarga Uniforme	.40	.40	.00	.20
Temperatura	.60	.60	.00	.00
Viento	.60	.20	.00	.00

DATOS DEL RELLENO

Angulo de rozamiento interno FI (°): 30.00
Angulo de rozamiento Terreno-Estribo DELTA (°): 0.00
Densidad del relleno G (kN/m3): 20.00
Sobrecarga de trasdos (kN/m2): 10.00
Coeficiente de empuje activo (-): 0.33
Coeficiente de empuje al reposo (-): 0.50

GEOMETRIA DEL ESTRIBO

Canto de la zapata del estribo H1 (m): 1.00
Altura total del estribo H2 (m): 6.60
Altura del faldon H3 (m): 1.80
Altura del muro del estribo H4 (m): 4.80
Anchura del estribo B (m): 12.20
Anchura de la zapata del estribo BZ (m): 14.20
Vuelo trasero de la zapata Vtras (m): 3.40
Espesor del muro del estribo Esp (m): 1.00
Espesor del espaldon del estribo C3 (m): 0.60
Vuelo delantero de la zapata Vdel (m): 1.10
Longitud total de zapata LZ (m): 5.50
Distancia del eje de apoyos al borde D1 (m): 0.43

CARGAS A CONSIDERAR

Cargas Verticales

Reacción carga permanente (kN): 2290.15
Reacción sobrecarga unif. maxima (kN): 412.35
Momento torsor Sobrecarga Unif. concomitante (kNm): 1203.91
Reacción Vehiculo pesado maxima (kN): 869.56
Momento torsor vehiculo Pesado concomitante (kNm): 1203.91
Reacción de Sobrecarga Unif. concomitante (kN): 192.67
Momento torsor Sobrecarga Unif. maximo (kNm): 1544.42
Reacción de Vehiculo Pesado concomitante (kN): 801.21
Momento torsor Vehiculo Pesado maximo (kNm): 2248.33

Cargas Horizontales

PROGRAMA DE CALCULO DE ESTRIBOS CERRADOS V3.1

INGEDIS,S.C. Ingeniería y Diesño (C)2011

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 1

Reacción horizontal de retracción, fluencia (kN): 0.00
Reacción horizontal de frenado (kN): 201.50
Reacción horizontal de temperatura (kN): 219.63
Reacción horizontal de viento (kN): 360.74

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 1

FUERZAS Y MOMENTOS SOBRE EL ESTRIBO

Fhoriz [kN]	Fvert [kN]	Exc [m]	Mlong [kNm]	Mtrans [kNm]	
2348.91	0.00	2.53	5950.56	0.00	(1)
3523.36	0.00	2.53	8925.84	0.00	(2)
309.07	0.00	3.80	1174.45	0.00	(3)
463.60	0.00	3.80	1761.68	0.00	(4)
0.00	0.00	5.75	0.00	0.00	(5)
201.50	0.00	5.75	1158.62	0.00	(6)
219.63	0.00	5.75	1262.87	0.00	(7)
0.00	360.74	5.75	0.00	2074.25	(8)
0.00	1952.50	-2.75	0.00	0.00	(9)
0.00	5475.36	-3.80	-5749.13	0.00	(10)
0.00	1464.00	-1.60	1683.60	0.00	(11)
0.00	329.40	-1.80	312.93	0.00	(12)
0.00	414.80	-3.80	-435.54	0.00	(13)
0.00	2290.15	-1.53	2793.98	0.00	(14)
0.00	412.35	-1.53	503.07	1203.91	(15)
0.00	192.67	-1.53	235.06	1544.42	(16)

- (1) Emp. tierras en estribo (activo)
- (2) Emp. tierras en estribo (reposo)
- (3) Emp. de sobrecarga (activo)
- (4) Emp. de sobrecarga (reposo)
- (5) Reacción horizontal de retracción y fluencia
- (6) Reacción horizontal de frenado
- (7) Reacción horizontal de temperatura
- (8) Reacción horizontal de viento
- (9) Peso de zapata de estribo
- (10) Peso de tierras en el trasdos
- (11) Peso de muro del estribo
- (12) Peso de faldon de estribo
- (13) Peso de sobrecarga en el trasdos
- (14) Reacción vertical de carga permanente
- (15) Reacción vertical SCU Hip. 1
- (15) Reacción vertical SCU Hip. 2
- (17) Reacción vertical Vehiculo Pesado Hip. 1
- (18) Reacción vertical Vehiculo Pesado Hip. 2

HIPOTESIS CONSIDERADAS EN EL CALCULO

- HIPOTESIS N° 1 Estribo en vacio, sin tablero. Empuje activo
- HIPOTESIS N° 2 Estribo en servicio, Tª dominante Empuje activo
- HIPOTESIS N° 3 GR1. Estribo en servicio, Activo, SC Centrada, sin Frenado
- HIPOTESIS N° 4 GR1. Estribo en servicio, Activo, SC Excentrica, sin Frenado
- HIPOTESIS N° 5 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Centrada, Frenado (+)
- HIPOTESIS N° 6 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Excentrica, Frenado (+)
- HIPOTESIS N° 7 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Centrada, Frenado (-)
- HIPOTESIS N° 8 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Excentrica, Frenado (-)

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 1

FUERZAS Y MOMENTOS DE SERVICIO EN EL CENTRO DE LA CIMENTACION

HIP	Fhoriz [kN]	Fvert [kN]	Ftrans [kN]	Mlong [kNm]	Mtrans [kNm]
1	2657.97	9636.06	0.00	2936.88	0.00
2	2800.34	12783.94	216.44	7981.95	3356.82
3	2789.75	13208.12	216.44	8052.52	4060.91
4	2789.75	12920.09	216.44	7701.12	5037.30
5	2991.25	12494.44	216.44	8905.41	2935.45
6	2991.25	12355.31	216.44	8735.67	3548.57
7	2324.70	12494.44	216.44	5072.71	2935.45
8	2324.70	12355.31	216.44	4902.97	3548.57

TENSIONES EN CIMENTACION Y ESTABILIDAD DEL ESTRIBO

HIP	S_Max [kPa]	S_Min [kPa]	S_Bar [kPa]	C.DES. [-]	C.VUEL. [-]
1	164.40	82.36	138.76	2.18	4.31
2	293.34	70.36	219.90	2.74	4.36
3	303.57	78.61	227.13	2.84	4.59
4	300.25	85.11	223.48	2.78	4.53
5	300.25	51.47	223.34	2.51	3.82
6	299.42	55.38	221.93	2.48	3.79
7	246.72	105.01	194.11	3.22	6.62
8	245.88	108.91	192.67	3.19	6.58

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 1

ARMADURAS EN PUNTERA DE ZAPATA POR HIPOTESIS

HIP	Sigma1 [kPa]	Sigma2 [kPa]	Rd [kN/m]	Xd [m]	Td kN/m	As [cm2/m]
1	224.29	197.38	274.08	0.66	230.16	5.75
2	354.38	287.23	417.05	0.67	354.88	8.87
3	355.39	289.87	419.42	0.67	356.55	8.91
4	350.24	286.11	413.62	0.67	351.53	8.79
5	372.04	294.70	433.38	0.68	370.14	9.25
6	369.55	292.89	430.58	0.68	367.71	9.19
7	291.74	252.36	353.67	0.67	297.82	7.45
8	289.25	250.54	350.86	0.67	295.40	7.38

ARMADURAS EN TALON DE ZAPATA POR HIPOTESIS

HIP	Sigma1 [kPa]	Sigma2 [kPa]	Md [kNm/m]	As [cm2/m]	Vd [kN/m]	Av [cm2/m2]
1	110.43	184.96	-190.80	15.45	125.18	0.00
2	70.31	256.24	-109.14	14.94	56.34	0.00
3	78.20	259.64	-97.20	14.87	48.78	0.00
4	78.93	256.51	-103.20	14.90	53.08	0.00
5	44.85	259.01	-154.41	15.22	79.33	0.00
6	45.20	257.50	-157.41	15.24	81.41	0.00
7	125.15	234.19	53.58	14.61	-20.54	0.00
8	125.51	232.68	50.79	14.60	-18.46	0.00

COMPROBACIÓN E.L.S. FISURACION TALON DE ZAPATA

HIP.	Mk (cuas) [kNm/m]	As [cm2/m]	Sep [mm]	ep_med [%]	Wk [mm]
1	-83.44	15.45	158.17	.044	0.12
2	-35.86	14.94	121.29	.046	0.09
3	-27.55	14.87	121.53	.046	0.10
4	-26.01	14.90	121.41	.046	0.10
5	-27.24	15.22	159.51	.045	0.12
6	-26.50	15.24	159.40	.045	0.12
7	15.87	14.61	122.44	.003	0.01
8	16.71	14.60	122.49	.003	0.01

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 1

ESFUERZOS EN BASE DE MURO POR HIPOTESIS

HIP	Mk [kNm/m]	Vk [kN/m]	Md [kNm/m]	Vd [kN/m]
1	392.04	167.20	540.14	229.02
2	459.40	179.70	641.19	247.77
3	443.35	178.00	617.10	245.22
4	443.35	178.00	617.10	245.22
5	521.80	194.52	734.78	270.00
6	521.80	194.52	734.78	270.00
7	262.28	139.88	345.50	188.04
8	262.28	139.88	345.50	188.04

ARMADURAS EN ALZADO DE MURO

ALTURA [m]	Md [kNm/m]	As_int [cm2/m]	As_ext [cm2/m]	As_h* [cm2/m]	Vd [kN/m]	Av [cm2/m2]
0.00	734.78	19.94	9.00	8.00	270.00	0.11
0.66	570.18	18.30	9.00	8.00	229.45	0.00
1.32	431.04	17.12	9.00	8.00	192.83	0.00
1.98	314.78	16.25	9.00	8.00	160.13	0.00
2.64	218.81	15.60	9.00	8.00	131.34	0.00
3.30	140.55	15.11	9.00	8.00	106.48	0.00
3.96	77.40	14.74	9.00	8.00	85.54	0.00
4.62	26.77	14.46	9.00	8.00	68.52	0.00
5.28	7.81	8.66	5.40	8.00	14.44	0.00
5.94	1.52	8.60	5.40	8.00	5.26	0.00
6.60	0.00	5.40	5.40	8.00	0.00	0.00

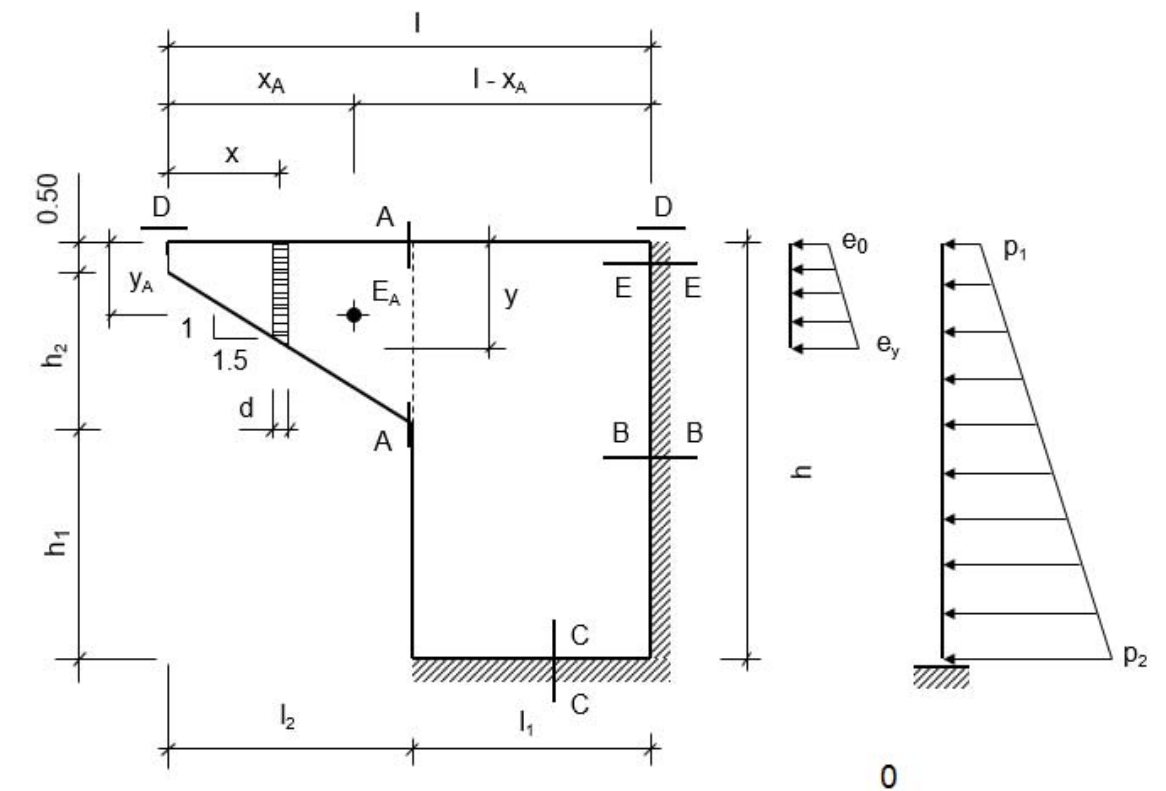
COMPROBACIÓN E.L.S. FISURACION ALZADO DE MURO

ALTURA [m]	Mk (cuas) [kNm/m]	As_int [cm2/m]	Sep [mm]	ep_med [%]	Wk [mm]
0.00	319.44	19.94	138.32	.041	0.10
0.66	232.87	18.30	144.44	.033	0.08
1.32	163.55	17.12	149.57	.025	0.06
1.98	109.57	16.25	153.82	.017	0.05
2.64	69.00	15.60	157.30	.011	0.03
3.30	39.93	15.11	160.13	.007	0.02
3.96	20.44	14.74	121.98	.004	0.01
4.62	8.62	14.46	123.00	.002	0.00
5.28	2.56	8.66	131.44	.001	0.00
5.94	0.32	8.60	131.86	.000	0.00
6.60	0.00	5.40	133.06	.000	0.00

CALCULO DE ALETA BELGA DEL ESTRIBO E1

PROYECTO :

1. Geometría del estribo



Longitud de la aleta

$$l_1 := 3.50 \cdot \text{m}$$

Altura de la alera

$$h := 6.55 \cdot m$$

Longitud del vuelo

$$l_2 := 2.50 \cdot \text{m}$$

Altura de la aleta en el arranque

$$h_0 := 0.50 \cdot m$$

Pendiente de las tierras

$$\text{pte} := \frac{2}{3}$$

Altura en el emporamiento

$$h_2 := h_0 + l_2 \cdot pte = 2.167 \text{ m}$$

Espesor de la aleta

$$e_{\text{aleta}} := 50 \cdot \text{cm}$$

Espesor del espaldón

$$e_{\text{espaldon}} := 60 \cdot \text{cm}$$

Longitud total de la aleta

$$l_{\text{tot}} := l_1 + l_2 = 6 \text{ m}$$

2. Acciones a considerar

2.1 Empuje del relleno

2.1.1 Características del material de relleno

$$\text{Angulo de rozamiento interno} \quad \varphi := 30 \cdot \text{deg}$$

$$\text{Densidad del relleno} \quad \gamma := 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Coeficiente de empuje activo} \quad k_a := \tan\left(45 \cdot \text{deg} - \frac{\varphi}{2}\right)^2 = 0.333$$

2.1.2 Línea de presiones

$$\text{Empuje en la base de la aleta} \quad p_2 := k_a \cdot h \cdot \gamma = 43.667 \cdot \text{kPa}$$

2.2 Sobrecarga del trasdós

$$q := 10 \cdot \text{kPa} = 10 \cdot \text{kPa}$$

$$p_1 := q \cdot k_a = 3.333 \cdot \text{kPa}$$

$$\text{2.3 Peso de la barrera y bordillo} \quad g_{\text{bord}} := 14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3. Esfuerzos sobre la aleta

3.1 Esfuerzos sobre el tramo trapecial

3.1.1 Empuje del terreno

$$p_{\text{terr}}(x) := \gamma \cdot k_a \cdot (h_0 + x \cdot \text{pte})$$

$$y(x) := h_0 + x \cdot \text{pte}$$

$$E_a := \int_0^{l_2} p_{\text{terr}}(x) \cdot \frac{(h_0 + x \cdot \text{pte})}{2} dx = 16.744 \cdot \text{kN}$$

$$M_{AA} := \int_0^{l_2} p_{\text{terr}}(x) \cdot \frac{(h_0 + x \cdot \text{pte})}{2} (l_2 - x) dx = 13.214 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$x_a := \frac{M_{AA}}{E_a} = 0.789 \text{ m}$$

$$l_2 - x_a = 1.711 \text{ m}$$

$$M_{DD} := \int_0^{l_2} p_{\text{terr}}(x) \cdot \frac{(h_0 + x \cdot \text{pte})^2}{6} dx = 9.156 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Excentricidad vertical de la carga} \quad y_a := \frac{M_{DD}}{E_a} = 0.547 \text{ m}$$

Reparto de esfuerzos entre la parte horizontal y vertical de la aleta

$$E_y := \frac{E_a \cdot (l_2 - x_a)^3}{(l_2 - x_a)^3 + (h - y_a)^3} = 0.379 \cdot \text{kN}$$

$$E_x := \frac{E_a \cdot (h - y_a)^3}{(l_2 - x_a)^3 + (h - y_a)^3} = 16.365 \cdot \text{kN}$$

3.1.2 Empuje de la sobrecarga

$$E_{\text{asc}} := \int_0^{l_2} p_1 \cdot (h_0 + x \cdot \text{pte}) dx = 11.111 \cdot \text{kN}$$

$$M_{AA\text{asc}} := \int_0^{l_2} p_1 \cdot (h_0 + x \cdot \text{pte}) (l_2 - x) dx = 10.995 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$x_{\text{asc}} := \frac{M_{AA\text{asc}}}{E_{\text{asc}}} = 0.99 \text{ m}$$

$$M_{DD\text{sc}} := \int_0^{l_2} p_1 \cdot \frac{(h_0 + x \cdot \text{pte})^2}{2} dx = 8.372 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Excentricidad vertical de la carga} \quad y_{\text{asc}} := \frac{M_{DD\text{sc}}}{E_{\text{asc}}} = 0.753 \text{ m}$$

Reparto de esfuerzos entre la parte horizontal y vertical de la aleta

$$E_{y\text{sc}} := \frac{E_{\text{asc}} \cdot (l_2 - x_a)^3}{(l_2 - x_a)^3 + (h - y_a)^3} = 0.251 \cdot \text{kN}$$

$$E_{x\text{sc}} := \frac{E_{\text{asc}} \cdot (h - y_a)^3}{(l_2 - x_a)^3 + (h - y_a)^3} = 10.86 \cdot \text{kN}$$

3.2 Esbeltez de la placa

$$\gamma_{\text{placa}} := \frac{l_1}{h} = 0.534$$

3.3 Empuje del terreno



3.1.1 Sección C-C (Empotramiento vertical)

$$M_{\text{CCEmp}} := -\frac{E_y \cdot (h - y_a)}{(h - y_a) - (l_2 - x_a)} + \text{linterp}(X, Y_{\text{Mver}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot h^2 = -9.747 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{\text{CCEmp}} := \frac{E_y}{(h - y_a) - (l_2 - x_a)} + \text{linterp}(X, Y_{\text{Vver}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot h = 21.453 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.1.2 Sección B-B (Empotramiento horizontal)

$$M_{\text{BBEmp}} := -1 \cdot \frac{(M_{AA} + E_x \cdot l_1)}{y_a + l_1} + \text{linterp}(X, Y_{\text{Mhor}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot l_1^2 = -31.81 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{BBEmp} := \frac{E_x}{y_a + l_1} + \text{linterp}(X, Y_{Vhor}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot l_1 = 16.891 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.1.3 Sección E - E (Empotramiento en el borde)

$$M_{EEEmp} := -\frac{E_y \cdot (h - y_a)}{(h - y_a) - (l_2 - x_a)} + \text{linterp}(X, Y_{Mborde}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot l_1^2 = -11.261 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{EEEmp} := \frac{E_y}{(h - y_a) - (l_2 - x_a)} + \text{linterp}(X, Y_{Vborde}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot l_1 = 1.715 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.1.4 Sección F - F de borde izquierdo de aleta

$$M_{FFEmp} := -\frac{E_y \cdot (h - y_a)}{(h - y_a) - (l_2 - x_a)} + \text{linterp}(X, Y_{MYbor}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot h^2 = -26.018 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

3.2 Sobrecarga del trasdós



3.2.1 Sección C-C (Empotramiento vertical)

$$M_{CCsc} := -\frac{E_{ysc} \cdot (h - y_{asc})}{(h - y_{asc}) - (l_2 - x_{asc})} + \text{linterp}(X, Y_{Mver}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot h^2 = -26.869 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{CCsc} := \frac{E_{ysc}}{(h - y_{asc}) - (l_2 - x_{asc})} + \text{linterp}(X, Y_{Vver}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot h = 32.882 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2.2 Sección B - B (Empotramiento horizontal)

$$M_{BBsc} := -1 \cdot \frac{(M_{AAsc} + E_{xsc} \cdot l_1)}{y_{asc} + l_1} + \text{linterp}(X, Y_{Mhor}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot l_1^2 = -53.461 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{BBsc} := \frac{E_{xsc}}{y_{asc} + l_1} + \text{linterp}(X, Y_{Vhor}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot l_1 = 34.94 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2.3 Sección E - E (Empotramiento en el borde)

$$M_{EEsc} := -1 \cdot \frac{(M_{AAsc} + E_{xsc} \cdot l_1)}{y_{asc} + l_1} + \text{linterp}(X, Y_{Mborde}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot l_1^2 = -62.829 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{EEsc} := \frac{E_{xsc}}{y_{asc} + l_1} + \text{linterp}(X, Y_{Vborde}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot l_1 = 35.625 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2.4 Sección F - F de borde izquierdo de aleta

$$M_{FFsc} := -\frac{E_{ysc} \cdot (h - y_{asc})}{(h - y_{asc}) - (l_2 - x_{asc})} + \text{linterp}(X, Y_{MYbor}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot h^2 = -51.473 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

4. Esfuerzos de cálculo

4.1 Coeficientes de ponderación

Se consideran los siguientes coeficientes de combinación y ponderación

$$4.1.1 \text{ Cargas permanentes} \quad \gamma_{cp} := 1.35$$

$$4.1.2 \text{ Sobrecargas (incluidos los empujes)} \quad \gamma_{sc} := 1.50$$

4.2 Coeficientes de combinación cargas cuasipermanentes

$$\psi_2 := 0.0$$

4.2 Esfuerzos de ELU

4.2.1 Sección Horizontal CC

$$M_{dCC} := \gamma_{sc} \cdot M_{CCEmp} + \gamma_{sc} \cdot M_{CCsc} = -54.925 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{dCC} := \gamma_{sc} \cdot V_{CCEmp} + \gamma_{sc} \cdot V_{CCsc} = 81.503 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4.2.2 Sección Vertical BB

$$M_{dBB} := \gamma_{sc} \cdot M_{BBEmp} + \gamma_{sc} \cdot M_{BBsc} = -127.907 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{dBB} := \gamma_{sc} \cdot V_{BBEmp} + \gamma_{sc} \cdot V_{BBsc} = 77.747 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4.2.3 Sección de borde E-E

$$M_{dEE} := \gamma_{sc} \cdot M_{EEEmp} + \gamma_{sc} \cdot M_{EEsc} = -111.135 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{dEE} := \gamma_{sc} \cdot V_{EEEmp} + \gamma_{sc} \cdot V_{EEsc} = 56.009 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4.2.4 Sección de borde F-F

$$M_{dFF} := \gamma_{sc} \cdot M_{FFEmp} + \gamma_{sc} \cdot M_{FFsc} = -116.236 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

4.2.4 Sección de cambio de canto

$$M_{dAA} := \frac{\gamma_{sc} \cdot M_{AA} + \gamma_{sc} \cdot M_{AAsc}}{h_2} = 16.76 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{dAA} := \frac{\gamma_{sc} \cdot E_a + \gamma_{sc} \cdot E_{asc}}{h_2} = 19.284 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



5. Dimensionamiento de la armadura

5.1 Materiales y Coeficientes parciales de seguridad

Hormigón	$\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo	$\gamma_s := 1.15$

Datos de los materiales

Resistencia a compresión del hormigón	$f_{ck} := 35 \cdot \text{MPa}$	$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$	$f_{cd} = 23.333 \cdot \text{MPa}$
Resistencia armadura pasiva	$f_y := 500 \cdot \text{MPa}$	$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_s}$	$f_{yd} = 434.783 \cdot \text{MPa}$
Resistencia media a tracción del hormigón	$f_{ctm} := 0.3 \cdot \sqrt{\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^2} \cdot \text{MPa}$	$f_{ctm} = 3.21 \cdot \text{MPa}$	
Resistencia de cálculo inferior a tracción	$f_{ctd} := \frac{0.21}{\gamma_c} \cdot \sqrt{\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^2} \cdot \text{MPa}$	$f_{ctd} = 1.498 \cdot \text{MPa}$	
Resistencia hormigón para cortante	$f_{lcd} := 0.6 \cdot f_{cd}$	$f_{lcd} = 14 \cdot \text{MPa}$	
Resistencia acero pasivo cortante	$f_{ytd} := 400 \cdot \text{MPa}$		
Módulo de Young del hormigón	$E_c := 10000 \cdot \text{MPa} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} + 8$	$E_c = 35.034 \cdot \text{GPa}$	
Módulo de Young del acero	$E_s := 200 \cdot \text{GPa}$		

- ▢ Cálculo armaduras flexión
- ▢ Cálculo armaduras cortante
- ▢ Cálculo fisuración

5.2 Armadura vertical arranque de aleta

$A_{sY} := A_s \left(\left| M_{dCC} \right|, 0, e_{aleta} \right)$

$A_{sY} = \begin{pmatrix} 2.827 \\ 0 \\ 3.868 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima

5.3 Armadura de corte en el arranque vertical de la aleta

$A_{vY} := A_\alpha \left(V_{dCC}, 0, e_{aleta}, A_{sY1} \right)$

$A_{vY} = \begin{pmatrix} 0 \\ 11.667 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura necesria
Armadrura mínima

5.4 Armadura horizontal arranque de aleta

$A_{sX} := A_s \left(\left| M_{dBB} \right|, 0, e_{aleta} \right)$

$A_{sX} = \begin{pmatrix} 6.645 \\ 0 \\ 7.911 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima



5.5 Armadura de corte en el arranque horizontal de la aleta

$A_{vX} := A_\alpha \left(V_{dBB}, 0, e_{aleta}, A_{sX1} \right)$

$A_{vX} = \begin{pmatrix} 0 \\ 11.667 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura necesria
Armadrura mínima

5.6 Armadura horizontal arranque de aleta, borde

$A_{sXb} := A_s \left(\left| M_{dEE} \right|, 0, e_{aleta} \right)$

$A_{sXb} = \begin{pmatrix} 5.761 \\ 0 \\ 7.096 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima

5.7 Armadura de corte en el arranque horizontal, borde

$A_{vXb} := A_\alpha \left(V_{dEE}, 0, e_{aleta}, A_{sXb1} \right)$

$A_{vXb} = \begin{pmatrix} 0 \\ 11.667 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura necesria
Armadrura mínima

5.8 Armadura vertical arranque de aleta, borde

$A_{sYb} := A_s \left(\left| M_{dFF} \right|, 0, e_{aleta} \right)$

$A_{sYb} = \begin{pmatrix} 6.029 \\ 0 \\ 7.351 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima

5.9 Armadura horizontal en el cambio de canto

$A_{sXAA} := A_s \left(\left| M_{dAA} \right|, 0, e_{aleta} \right)$

$A_{sXAA} = \begin{pmatrix} 0.858 \\ 0 \\ 1.253 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima

6. Comprobación ELS fisuración

6.1 Esfuerzos de comprobación

6.1.1 Sección Horizontal CC

$M_{kCC} := M_{CCEmp} + \psi_2 \cdot M_{CCsc} = -9.747 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$

6.1.2 Sección Vertical BB

$M_{kBB} := M_{BBEmp} + \psi_2 \cdot M_{BBsc} = -31.81 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$

6.1.3 Sección de borde E-E

$M_{kEE} := M_{EEEmp} + \psi_2 \cdot M_{EEsc} = -11.261 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$



6.2 Comprobación a fisuración

6.2.1 Sección Horizontal CC

$$w_k\left(\left|M_{kCC}\right|,0.001\cdot\frac{kN}{m},e_{aleta},200\cdot mm,20\cdot mm,1.3\right)=7.233\times 10^{-3}\cdot mm$$

6.1.2 Sección Vertical BB

$$w_k\left(\left|M_{kBB}\right|,0.001\cdot\frac{kN}{m},e_{aleta},200\cdot mm,20\cdot mm,1.3\right)=0.024\cdot mm$$

6.1.3 Sección de borde E-E

$$w_k\left(\left|M_{kEE}\right|,0.001\cdot\frac{kN}{m},e_{aleta},200\cdot mm,20\cdot mm,1.3\right)=8.356\times 10^{-3}\cdot mm$$

7. Dimensionamiento armadura superior de voladizo

7.1 Peso total del voladizo

$$W_{vol}:=\frac{h_0+h_0+l_2\cdot pte}{2}\cdot l_2\cdot 25\frac{kN}{m^3}\cdot e_{aleta}=41.667\cdot kN$$

7.3 Peso total de la barrera en cabeza

$$W_{barrera}:=l_2\cdot g_{bord}=35\cdot kN$$

7.4 Carga total de cálculo
$$W_d:=\gamma_{cp}\cdot\left(W_{vol}+W_{barrera}\right)=103.5\cdot kN$$

7.5 Angulo de la biela inclinada
$$\alpha:=atan\left(\frac{h_2-20\cdot cm}{\frac{l_2}{2}}\right)=57.56\cdot deg$$

7.6 Compresión en la biela inclinada
$$C_d:=\frac{W_d}{sin(\alpha)}=122.637\cdot kN$$

7.7 Tracción total en el tirante
$$T_d:=C_d\cdot cos(\alpha)=65.784\cdot kN$$

7.8 Armadura necesaria en el tirante
$$A_{tirante}:=\frac{T_d}{400\cdot MPa}=1.645\cdot cm^2$$

PROGRAMA DE CALCULO DE ESTRIBOS CERRADOS V3.1

INGEDIS,S.C. Ingeniería y Diesño (C)2011

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 2

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 2

DATOS GENERALES

CARACTERISTICAS DE MATERIALES

Resistencia del Hormigón Fck (MPa): 35.00
Resistencia del Acero Fyk (MPa): 500.00
Gamma_C: 1.50 Gamma_S: 1.15

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Gamma_CP: 1.35
Gamma_SC: 1.50
Gamma_SC (Trafico): 0.60

COEFICIENTES DE COMBINACION

Efecto	Chi0	Chi1	Chi2	Chi2*
Vehiculo Pesado	.75	.75	.00	.00
Sobrecarga Uniforme	.40	.40	.00	.20
Temperatura	.60	.60	.00	.00
Viento	.60	.20	.00	.00

DATOS DEL RELLENO

Angulo de rozamiento interno FI (°): 30.00
Angulo de rozamiento Terreno-Estribo DELTA (°): 0.00
Densidad del relleno G (kN/m3): 20.00
Sobrecarga de trasdos (kN/m2): 10.00
Coeficiente de empuje activo (-): 0.33
Coeficiente de empuje al reposo (-): 0.50

GEOMETRIA DEL ESTRIBO

Canto de la zapata del estribo H1 (m): 1.00
Altura total del estribo H2 (m): 7.40
Altura del faldon H3 (m): 1.80
Altura del muro del estribo H4 (m): 5.60
Anchura del estribo B (m): 12.20
Anchura de la zapata del estribo BZ (m): 14.20
Vuelo trasero de la zapata Vtras (m): 3.40
Espesor del muro del estribo Esp (m): 1.00
Espesor del espaldon del estribo C3 (m): 0.60
Vuelo delantero de la zapata Vdel (m): 1.00
Longitud total de zapata LZ (m): 5.40
Distancia del eje de apoyos al borde D1 (m): 0.43

CARGAS A CONSIDERAR

Cargas Verticales

Reacción carga permanente (kN): 2290.00
Reacción sobrecarga unif. maxima (kN): 377.43
Momento torsor Sobrecarga Unif. concomitante (kNm): 1391.45
Reacción Vehiculo pesado maxima (kN): 858.32
Momento torsor vehiculo Pesado concomitante (kNm): 1391.45
Reacción de Sobrecarga Unif. concomitante (kN): 196.62
Momento torsor Sobrecarga Unif. maximo (kNm): 1489.84
Reacción de Vehiculo Pesado concomitante (kN): 823.16
Momento torsor Vehiculo Pesado maximo (kNm): 2470.71

Cargas Horizontales

Reacción horizontal de retracción, fluencia (kN): 0.00
Reacción horizontal de frenado (kN): 201.50
Reacción horizontal de temperatura (kN): 219.63
Reacción horizontal de viento (kN): 360.74

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 2

FUERZAS Y MOMENTOS SOBRE EL ESTRIBO

Phoriz [kN]	Fvert [kN]	Exc [m]	Mlong [kNm]	Mtrans [kNm]	
2869.44	0.00	2.80	8034.43	0.00	(1)
4304.16	0.00	2.80	12051.65	0.00	(2)
341.60	0.00	4.20	1434.72	0.00	(3)
512.40	0.00	4.20	2152.08	0.00	(4)
0.00	0.00	6.05	0.00	0.00	(5)
201.50	0.00	6.05	1219.08	0.00	(6)
219.63	0.00	6.05	1328.76	0.00	(7)
0.00	360.74	6.05	0.00	2182.48	(8)
0.00	1917.00	-2.70	0.00	0.00	(9)
0.00	6139.04	-3.70	-6139.04	0.00	(10)
0.00	1708.00	-1.50	2049.60	0.00	(11)
0.00	329.40	-1.70	329.40	0.00	(12)
0.00	414.80	-3.70	-414.80	0.00	(13)
0.00	2290.00	-1.43	2908.30	0.00	(14)
0.00	377.43	-1.43	479.34	1391.45	(15)
0.00	196.62	-1.43	249.71	1489.84	(16)

- (1) Emp. tierras en estribo (activo)
- (2) Emp. tierras en estribo (reposo)
- (3) Emp. de sobrecarga (activo)
- (4) Emp. de sobrecarga (reposo)
- (5) Reacción horizontal de retracción y fluencia
- (6) Reacción horizontal de frenado
- (7) Reacción horizontal de temperatura
- (8) Reacción horizontal de viento
- (9) Peso de zapata de estribo
- (10) Peso de tierras en el trasdos
- (11) Peso de muro del estribo
- (12) Peso de faldon de estribo
- (13) Peso de sobrecarga en el trasdos
- (14) Reacción vertical de carga permanente
- (15) Reacción vertical SCU Hip. 1
- (15) Reacción vertical SCU Hip. 2
- (17) Reacción vertical Vehiculo Pesado Hip. 1
- (18) Reacción vertical Vehiculo Pesado Hip. 2

HIPOTESIS CONSIDERADAS EN EL CALCULO

- HIPOTESIS N° 1 Estribo en vacio, sin tablero. Empuje activo
- HIPOTESIS N° 2 Estribo en servicio, Tª dominante Empuje activo
- HIPOTESIS N° 3 GR1. Estribo en servicio, Activo, SC Centrada, sin Frenado
- HIPOTESIS N° 4 GR1. Estribo en servicio, Activo, SC Excéntrica, sin Frenado
- HIPOTESIS N° 5 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Centrada, Frenado (+)
- HIPOTESIS N° 6 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Excéntrica, Frenado (+)
- HIPOTESIS N° 7 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Centrada, Frenado (-)
- HIPOTESIS N° 8 GR2. Estribo en servicio, Activo, SC Excéntrica, Frenado (-)

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 2

FUERZAS Y MOMENTOS DE SERVICIO EN EL CENTRO DE LA CIMENTACION

HIP	Phoriz [kN]	Fvert [kN]	Ftrans [kN]	Mlong [kNm]	Mtrans [kNm]
1	3211.04	10508.24	0.00	5294.31	0.00
2	3345.27	13621.35	216.44	10453.44	3647.90
3	3342.82	14033.99	216.44	10569.27	4427.38
4	3342.82	13818.02	216.44	10294.99	5270.04
5	3544.32	13344.07	216.44	11477.11	3160.90
6	3544.32	13245.38	216.44	11351.77	3758.45
7	2877.76	13344.07	216.44	7444.44	3160.90
8	2877.76	13245.38	216.44	7319.10	3758.45

TENSIONES EN CIMENTACION Y ESTABILIDAD DEL ESTRIBO

HIP	S_Max [kPa]	S_Min [kPa]	S_Bar [kPa]	C.DES. [-]	C.VUEL. [-]
1	213.76	60.32	168.48	1.96	3.44
2	349.21	46.27	257.91	2.44	3.52
3	360.57	54.27	265.62	2.52	3.66
4	358.42	60.07	263.01	2.48	3.63
5	357.75	25.13	264.19	2.26	3.14
6	357.94	28.96	263.60	2.24	3.13
7	299.31	83.57	226.92	2.78	4.84
8	299.50	87.39	226.23	2.76	4.82

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 2

ARMADURAS EN PUNTERA DE ZAPATA POR HIPOTESIS

HIP	Sigma1 [kPa]	Sigma2 [kPa]	Rd [kN/m]	Xd [m]	Td kN/m]	As [cm2/m]
1	291.60	244.58	321.71	0.62	251.32	6.28
2	427.60	340.38	460.79	0.62	362.99	9.07
3	429.45	343.38	463.70	0.62	365.02	9.13
4	425.38	340.37	459.45	0.62	361.63	9.04
5	448.17	350.09	478.95	0.62	378.42	9.46
6	446.31	348.71	477.01	0.62	376.87	9.42
7	360.52	301.39	397.14	0.62	310.41	7.76
8	358.65	300.01	395.20	0.62	308.86	7.72

ARMADURAS EN TALON DE ZAPATA POR HIPOTESIS

HIP	Sigma1 [kPa]	Sigma2 [kPa]	Md [kNm/m]	As [cm2/m]	Vd [kN/m]	Av [cm2/m2]
1	80.03	221.08	-308.48	16.25	188.32	0.00
2	35.11	296.77	-223.35	15.66	120.18	0.00
3	42.15	300.35	-213.23	15.60	113.81	0.00
4	42.85	297.87	-217.89	15.63	117.03	0.00
5	6.80	301.04	-274.31	16.01	145.61	0.00
6	7.12	299.91	-276.51	16.03	147.08	0.00
7	94.45	271.83	-54.63	14.62	40.42	0.00
8	94.77	270.69	-56.69	14.63	41.90	0.00

COMPROBACIÓN E.L.S. FISURACION TALON DE ZAPATA

HIP.	Mk (cuas) [kNm/m]	As [cm2/m]	Sep [mm]	ep_med [%]	Wk [mm]
1	-160.57	16.25	153.80	.042	0.11
2	-111.39	15.66	156.96	.044	0.12
3	-102.37	15.60	157.34	.044	0.12
4	-101.29	15.63	157.16	.044	0.12
5	-102.67	16.01	155.07	.043	0.11
6	-102.18	16.03	154.99	.043	0.11
7	-57.32	14.62	122.41	.047	0.10
8	-56.76	14.63	122.37	.047	0.10

PROYECTO:PS 308.2
ELEMENTO:ESTRIBO 2

ESFUERZOS EN BASE DE MURO POR HIPOTESIS

HIP	Mk [kNm/m]	Vk [kN/m]	Md [kNm/m]	Vd [kN/m]
1	541.52	207.20	744.74	283.42
2	609.61	219.04	846.88	301.17
3	596.06	218.00	826.56	299.62
4	596.06	218.00	826.56	299.62
5	679.47	234.52	951.67	324.40
6	679.47	234.52	951.67	324.40
7	403.56	179.88	537.80	242.44
8	403.56	179.88	537.80	242.44

ARMADURAS EN ALZADO DE MURO

ALTURA [m]	Md [kNm/m]	As_int [cm2/m]	As_ext [cm2/m]	As_h* [cm2/m]	Vd [kN/m]	Av [cm2/m2]
0.00	951.67	23.69	9.00	8.00	324.40	1.26
0.74	730.61	19.89	9.00	8.00	273.88	0.23
1.48	545.12	18.07	9.00	8.00	228.29	0.00
2.22	391.53	16.81	9.00	8.00	187.62	0.00
2.96	266.22	15.92	9.00	8.00	151.89	0.00
3.70	165.52	15.27	9.00	8.00	121.08	0.00
4.44	85.80	14.79	9.00	8.00	95.20	0.00
5.18	28.73	14.47	9.00	8.00	33.28	0.00
5.92	10.34	8.68	5.40	8.00	17.26	0.00
6.66	1.98	8.61	5.40	8.00	6.16	0.00
7.40	0.00	5.40	5.40	8.00	0.00	0.00

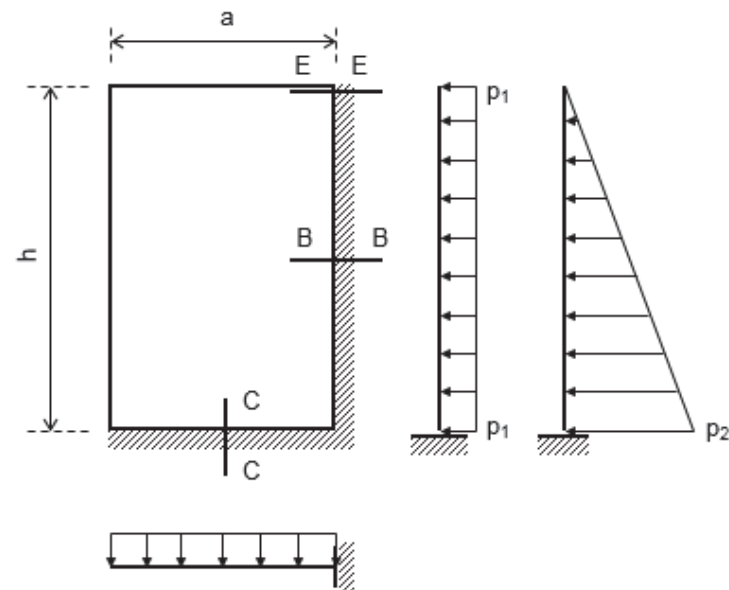
COMPROBACIÓN E.L.S. FISURACION ALZADO DE MURO

ALTURA [m]	Mk (cuas) [kNm/m]	As_int [cm2/m]	Sep [mm]	ep_med [%]	Wk [mm]
0.00	450.25	23.69	127.50	.049	0.11
0.74	328.23	19.89	138.48	.042	0.10
1.48	230.53	18.07	145.37	.033	0.08
2.22	154.44	16.81	151.01	.024	0.06
2.96	97.25	15.92	155.58	.016	0.04
3.70	56.28	15.27	159.23	.009	0.03
4.44	28.82	14.79	121.81	.005	0.01
5.18	12.16	14.47	122.96	.002	0.00
5.92	3.60	8.68	131.27	.002	0.00
6.66	0.45	8.61	131.83	.000	0.00
7.40	0.00	5.40	133.06	.000	0.00

CALCULO DE ALETAS EN VUELTA DEL ESTRIBO E2

PROYECTO :

1. Geometría del estribo



Longitud de la aleta $a := 3.50 \cdot \text{m}$
 Altura de la alera $h := 7.80 \cdot \text{m}$
 Espesor de la aleta $e_{\text{aleta}} := 50 \cdot \text{cm}$

2. Acciones a considerar

2.1 Empuje del relleno

2.1.1 Características del material de relleno

Angulo de rozamiento interno $\varphi := 30 \cdot \text{deg}$

Densidad del relleno $\gamma := 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Coefficiente de empuje activo $k_a := \tan\left(45 \cdot \text{deg} - \frac{\varphi}{2}\right)^2 = 0.333$

2.1.2 Línea de presiones

Empuje en la base de la aleta $p_2 := k_a \cdot h \cdot \gamma = 52 \cdot \text{kPa}$

2.2 Sobrecarga del trasdós

$q := 10 \cdot \text{kPa} = 10 \cdot \text{kPa}$

$p_1 := q \cdot k_a = 3.333 \cdot \text{kPa}$

3. Esfuerzos sobre la aleta

3.1 Empuje del terreno



3.1.1 Sección C-C (Empotramiento vertical)

$$M_{\text{CCEmp}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Mver}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot h^2 = -7.222 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{\text{CCEmp}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Vver}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot h = 22.857 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.1.2 Sección B - B (Empotramiento horizontal)

$$M_{\text{BBEmp}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Mhor}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot a^2 = -17.898 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{\text{BBEmp}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Vhor}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot a = 13.592 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.1.3 Sección E - E (Empotramiento en el borde)

$$M_{\text{EEEmp}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Mborde}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot a^2 = -10.497 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{\text{EEEmp}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Vborde}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot a = 0.839 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2 Sobrecarga del trasdós



3.2.1 Sección C-C (Empotramiento vertical)

$$M_{\text{CCSc}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Mver}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot h^2 = -27.074 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{\text{CCSc}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Vver}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot h = 33.373 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2.2 Sección B - B (Empotramiento horizontal)

$$M_{\text{BBSc}} := \text{interp}(X, Y_{\text{Mhor}}, \gamma_{\text{placa}}) \cdot q \cdot a^2 = -47.519 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$



$$V_{BBsc} := \text{linterp}(X, Y_{Vhor}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot a = 34.105 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2.3 Sección E - E (Empotramiento en el borde)

$$M_{EEsc} := \text{linterp}(X, Y_{Mborde}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot a^2 = -53.978 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{EEsc} := \text{linterp}(X, Y_{Vborde}, \gamma_{placa}) \cdot q \cdot a = 31.501 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4. Esfuerzos de cálculo

4.1 Coeficientes de ponderación

Se consideran los siguientes coeficientes de combinación y ponderación

4.1.1 Cargas permanentes $\gamma_{cp} := 1.35$

4.1.2 Sobrecargas (incluidos los empujes) $\gamma_{sc} := 1.50$

4.2 Coeficientes de combinación cargas cuasipermanentes

$$\psi_2 := 0.0$$

4.2 Esfuerzos de ELU

4.2.1 Sección Horizontal CC

$$M_{dCC} := \gamma_{sc} \cdot M_{CCEmp} + \gamma_{sc} \cdot M_{CCsc} = -51.443 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{dCC} := \gamma_{sc} \cdot V_{CCEmp} + \gamma_{sc} \cdot V_{CCsc} = 84.344 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4.2.2 Sección Vertical BB

$$M_{dBB} := \gamma_{sc} \cdot M_{BBEmp} + \gamma_{sc} \cdot M_{BBsc} = -98.124 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{dBB} := \gamma_{sc} \cdot V_{BBEmp} + \gamma_{sc} \cdot V_{BBsc} = 71.546 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4.2.3 Sección de borde E-E

$$M_{dEE} := \gamma_{sc} \cdot M_{EEEmp} + \gamma_{sc} \cdot M_{EEsc} = -96.713 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$V_{dEE} := \gamma_{sc} \cdot V_{EEEmp} + \gamma_{sc} \cdot V_{EEsc} = 48.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



5. Dimensionamiento de la armadura

5.1 Materiales y Coeficientes parciales de seguridad

Hormigón $\gamma_c := 1.5$

Acero pasivo $\gamma_s := 1.15$

Datos de los materiales

Resistencia a compresión del hormigón $f_{ck} := 35 \cdot \text{MPa}$ $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$ $f_{cd} = 23.333 \cdot \text{MPa}$

Resistencia armadura pasiva $f_y := 500 \cdot \text{MPa}$ $f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_s}$ $f_{yd} = 434.783 \cdot \text{MPa}$

Resistencia media a tracción del hormigón $f_{ctm} := 0.3 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^2} \cdot \text{MPa}$ $f_{ctm} = 3.21 \cdot \text{MPa}$

Resistencia de cálculo inferior a tracción $f_{ctd} := \frac{0.21}{\gamma_c} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^2} \cdot \text{MPa}$ $f_{ctd} = 1.498 \cdot \text{MPa}$

Resistencia hormigón para cortante $f_{lcd} := 0.6 \cdot f_{cd}$ $f_{lcd} = 14 \cdot \text{MPa}$

Resistencia acero pasivo cortante $f_{ytd} := 400 \cdot \text{MPa}$

Módulo de Young del hormigón $E_c := 10000 \cdot \text{MPa} \cdot \sqrt[3]{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} + 8$ $E_c = 35.034 \cdot \text{GPa}$

Módulo de Young del acero $E_s := 200 \cdot \text{GPa}$

► Cálculo armaduras flexión

► Cálculo armaduras cortante

► Cálculo fisuración

5.2 Armadura vertical arranque de aleta

$A_{sY} := A_s(|M_{dCC}|, 0, e_{aleta})$ $A_{sY} = \begin{pmatrix} 2.646 \\ 0 \\ 3.643 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima

5.3 Armadura de corte en el arranque vertical de la aleta

$A_{vY} := A_\alpha(V_{dCC}, 0, e_{aleta}, A_{sY1})$ $A_{vY} = \begin{pmatrix} 0 \\ 11.667 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ Armadura necesaria
Armadura mínima

5.4 Armadura horizontal arranque de aleta

$A_{sX} := A_s(|M_{dBB}|, 0, e_{aleta})$ $A_{sX} = \begin{pmatrix} 5.078 \\ 0 \\ 6.416 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima

5.5 Armadura de corte en el arranque horizontal de la aleta

$$A_{vX} := A_{\alpha}(V_{dBB}, 0, e_{aleta}, A_{sX1}) \quad A_{vX} = \begin{pmatrix} 0 \\ 11.667 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}$$

Armadura necesaria
Armadura mínima

5.6 Armadura horizontal arranque de aleta, borde

$$A_{sXb} := A_s(|M_{dEE}|, 0, e_{aleta}) \quad A_{sXb} = \begin{pmatrix} 5.004 \\ 0 \\ 6.34 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Armadura tracción
Armadura de compresión
Armadura mecánica mínima

5.7 Armadura de corte en el arranque horizontal, borde

$$A_{vXb} := A_{\alpha}(V_{dEE}, 0, e_{aleta}, A_{sXb1}) \quad A_{vXb} = \begin{pmatrix} 0 \\ 11.667 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}$$

Armadura necesaria
Armadura mínima

6. Comprobación ELS fisuración

6.1 Esfuerzos de comprobación

6.1.1 Sección Horizontal CC

$$M_{kCC} := M_{CCEmp} + \psi_2 \cdot M_{CCsc} = -7.222 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

6.1.2 Sección Vertical BB

$$M_{kBB} := M_{BBEmp} + \psi_2 \cdot M_{BBsc} = -17.898 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

6.1.3 Sección de borde E-E

$$M_{kEE} := M_{EEEmp} + \psi_2 \cdot M_{EEsc} = -10.497 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

6.2 Comprobación a fisuración

6.2.1 Sección Horizontal CC

$$w_k \left(|M_{kCC}|, 0.001 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}, e_{aleta}, 200 \cdot \text{mm}, 16 \cdot \text{mm}, 1.3 \right) = 9.144 \times 10^{-3} \cdot \text{mm}$$

6.1.2 Sección Vertical BB

$$w_k \left(|M_{kBB}|, 0.001 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}, e_{aleta}, 200 \cdot \text{mm}, 16 \cdot \text{mm}, 1.3 \right) = 0.023 \cdot \text{mm}$$

6.1.3 Sección de borde E-E

$$w_k \left(|M_{kEE}|, 0.001 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}, e_{aleta}, 200 \cdot \text{mm}, 16 \cdot \text{mm}, 1.3 \right) = 0.013 \cdot \text{mm}$$

CALCULO DE ALETAS

CALCULO DE MUROS V-01 03/00

CARACTERISTICAS DEL RELLENO		
=====		
PESO ESPECIFICO (TN/M3)	=	2.00
ANGULO DE ROZAMIENTO FI	=	30.00
ANGULO ROZAMIENTO TERRENO-MURO	=	0.00
ANGULO DE TALUD DEL TERRENO	=	0.00
SOBRECARGA (TN/M2)	=	1.00
PENDIENTE DE INCLINACION DEL TRASDOS	=	0.0000
COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO	=	0.333
COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO VERTICAL	=	0.000
COEFICIENTE MEDIO DE PONDERACION	=	1.500

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
=====		
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON	=	350. KG/CM2
LIMITE ELASTICO DEL ACERO	=	5100. KG/CM2
RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS	=	0.050 M

CALCULO DE MUROS V-01 03/00

GEOMETRIA DEL MURO			
=====			
ALZADO DEL MURO			

ANCHO EN CORONACION	A3	=	0.40
ANCHO EN LA BASE	A2	=	0.40
INCLINACION DEL TRASDOS	CTG (ALFA)	=	0.00000
ALTURA TOTAL	H1	=	4.60
ALTURA DE TIERRAS	H	=	4.30
ZAPATA			

VUELO DELANTERO	A1	=	0.50
VUELO TRASERO	A4	=	1.90
LONGITUD TOTAL	L	=	2.80
CANTO	C	=	0.60
RESGUARDO SOBRE ZAPATA		=	0.30
TENSION MEDIA PEDIDA SOBRE TERRENO		=	20.00 TN/M2
ARMADURAS DEL ALZADO			

TRASDOS.	ZONA INFERIOR	AV.=	12.6 CM2/M
		AH.=	3.2 CM2/M
COMPROBACION DE FISURACION		Mk =	10.07 T*M W = 0.282 (Wm = 0.300)
INTRADOS		AV.=	1.2 CM2/M
		AH.=	3.2 CM2/M
ARMADURA DE ZAPATA			

CARA INFERIOR.	A. PRINCIPAL	=	5.4 CM2/M
	A. DE REPARTO	=	1.6 CM2/M
CARA SUPERIOR.	A. PRINCIPAL	=	8.9 CM2/M
	A. DE REPARTO	=	2.7 CM2/M
LATERAL	A. DE PIEL	=	(1 FI 12) x 2
TENSIONES EN EL TERRENO (TN/M2) SIN SISMO. (S. ADM.= 15.13)			

S1 =	18.91	SA =	15.60
SB =	12.96	S2 =	0.41
COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO = 1.62			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO = 2.51			
VOLUMEN DE HORMIGON =		3.52 M3.	PESO DE ACERO = 169.3 KG
NOTA: SE DISPONDRAN JUNTAS VERTICALES CADA 7.5 M			

CÁLCULO DE PILAS Y CIMENTACIÓN



COMPROBACIÓN ESBELTEZ DE PILAS CIRCULARES

1. Geometría de la pila

Diámetro de la pila $\phi_{pila} := 1.00 \cdot m$

Altura de la pila $h_{pila} := 10.80 \cdot m$

2. Parámetros mecánicos de la pila

2.1 Hormigón de la pila $f_{ck} := 35 \cdot MPa$

2.1.1 Módulo de elasticidad corto plazo $E_c := 8500 \cdot MPa \cdot \sqrt[3]{\frac{f_{ck}}{MPa}} + 8 = 29778.884 \cdot MPa$

2.1.2 Coeficiente de fluencia adoptado $\varphi := 2.5$

2.1.2 Módulo de elasticidad largo plazo $E_{clp} := \frac{E_c}{(1 + \varphi)} = 8508.252 \cdot MPa$

2.2 Coeficiente de seguridad del hormigón $\gamma_c := 1.50$

3. Esbeltez mecánica de la pila

3.1 Determinación de la longitud de pandeo de la pila

3.1.1 Esfuerzos horizontales en cabeza de pila

3.1.1.1 Frenado $F_{fren} := \frac{69.24 \cdot kN}{2} = 34.62 \cdot kN$

3.1.1.2 Temperatura $F_{temp} := 331.6 \cdot \frac{kN}{4} = 82.9 \cdot kN$

3.1.1.3 REologigas $F_{reol} := \frac{331.6 \cdot kN}{4} = 82.9 \cdot kN$

3.1.1 Rigidez en cabeza del resto del tablero $k_{corto} := \frac{23520}{2} \cdot \frac{kN}{m}$ $k_{largo} := \frac{k_{corto}}{2} = 5880 \cdot \frac{kN}{m}$

3.1.2 Rigidez en cabeza horizontal media $k_{hor} := \frac{k_{corto} \cdot F_{fren} + k_{largo} \cdot (F_{temp} + F_{reol})}{F_{temp} + F_{reol} + F_{fren}} = 6895.695 \cdot \frac{kN}{m}$

3.1.3 Parametros de rigidez de la pila

3.1.3.1 Modulo medio del hormigón $E_{cmed} := \frac{E_c \cdot (F_{fren} + F_{temp}) + E_{clp} \cdot F_{reol}}{F_{temp} + F_{reol} + F_{fren}} = 2.098 \times 10^4 \cdot MPa$



3.1.3.2 Parámetros de rigidez

$$I_{pila} := \frac{\pi \cdot \phi_{pila}^4}{64} = 0.049 \cdot m^4$$
$$t := \frac{k_{hor}}{\left(\frac{E_{cmed} \cdot I_{pila}}{h_{pila}^3} \right)} = 8.435$$

3.1.4 Parámetros de rigidez del empotramiento

$$r := \frac{10^{20} \cdot kN \cdot m}{\left(\frac{E_{cmed} \cdot I_{pila}}{h_{pila}} \right)} = 1.049 \times 10^{15}$$

3.1.5 Determinación de la longitud de pandeo

$$k_{lguess} := 10$$

Dado

$$t = \frac{\left(\frac{k_{lguess} \cdot h_{pila}}{m} \right)^2 \cdot \left(1 - \frac{k_{lguess} \cdot h_{pila}}{r \cdot m} \cdot \tan \left(\frac{k_{lguess} \cdot h_{pila}}{m} \right) \right)}{1 - \left(\frac{k_{lguess} \cdot h_{pila}}{r \cdot m} + \frac{m}{k_{lguess} \cdot h_{pila}} \right) \cdot \tan \left(\frac{k_{lguess} \cdot h_{pila}}{m} \right)}$$

$$\alpha := \text{Find}(k_{lguess}) = 0.447$$

3.2 Longitud de pandeo

$$l_0 := \alpha \cdot h_{pila} = 4.829 \cdot m$$

3.3 Radio de giro de la pieza

$$i_c := \frac{\phi_{pila}}{4} = 0.25 \cdot m$$

3.4 Esbeltez mecánica

$$\lambda := \frac{l_0}{i_c} = 19.317$$

4. Esbeltez límite de la pila

4.1 Cuantía mecánica mínima de la sección

$$\omega := \frac{0.4}{100}$$

4.2 Axil máximo de cálculo del soporte

$$N_d := 8265 \cdot kN$$
$$\nu := \frac{N_d}{\pi \cdot \frac{\phi_{pila}^2}{4} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = 0.451$$

4.3 Momento en cabeza de pila

$$M_{dCab} := 0 \cdot kN \cdot m$$
$$e_1 := \frac{M_{dCab}}{N_d} = 0$$



4.4 Momento en base de pila

$$M_{dBase} := 1132.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad e_2 := \frac{M_{dBase}}{N_d}$$

4.5 Esbeltez límite para ignorar los efectos de segundo orden

$$\lambda_{inf} := 35 \cdot \sqrt{\frac{0.27}{\nu} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{\frac{e_2}{\phi_{pila}}} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} = 67.167$$

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE COMBINACIONES DE ESFUERZOS EN PILAS

INGEDIS.S.C. Ingenieria y Diseño (C) 2015

PS 308

PILA 1 FUSTE 1

PROYECTO:

ELEMENTO:

DATOS GENERALES

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Gamma_PP:1.35 Gamma_SC(Sobrecarga Vertical):1.35 Gamma_SC(Acciones Horizontales):1.

COEFICIENTES DE COMBINACION

Coeficientes Chi_0:
Vehiculo Pesado 0.75
Sobrecarga Uniforme 0.40
Aceras 0.40
Viento 0.60
Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_1:
Vehiculo Pesado 0.75
Sobrecarga Uniforme 0.40
Aceras 0.40
Viento 0.20
Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_2:
Vehiculo Pesado 0.00
Sobrecarga Uniforme 0.20
Aceras 0.00
Viento 0.00
Temperatura 0.50

ESFUERZOS DEFINIDOS EN LA CABEZA DE PILA

ALTURA DE PILA(m): 10.70 DISTANCIA A LA CABEZA DE PILA:0.00

PESO DE LA PILA (por m): 19.63 PESO DEL CABECERO: 0.00kN

VIENTO SOBRE LA PILA LONG (kN/m): 1.05 TRANSV. (kN/m): 1.05

COMBINACION PARA PUENTES DE CARRETERA

UNIDADES: m kN

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE PESO PROPIO

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	2669.90	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE CARGA MUERTA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1004.17	0.00	0.00	0.00	0.00
2	884.07	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE SOBRECARGA UNIFORME					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	1183.78	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-338.43	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE CARRO					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	1250.45	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-416.17	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE SOBRECARGA SOBRE ACERAS					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	480.84	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-229.09	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE DESCARGADO)					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	-21.19	0.00	62.27	0.00	0.00
2	21.19	0.00	62.27	0.00	0.00
ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE CARGADO)					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	-46.59	0.00	62.27	0.00	0.00
2	46.59	0.00	62.27	0.00	0.00
ESFUERZOS DE RETRACCION & FLUENCIA					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE TEMPERATURA					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	161.82	16.58	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE FUERZA CENTRIFUGA					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	17.83	0.00	13.63	0.00	0.00
1	-53.49	0.00	13.63	0.00	0.00
ESFUERZOS DE FRENADO Y ARRANQUE					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	34.50	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

ESFUERZOS EN LA PILA					
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN X					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Y					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Z					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA							
PUENTE DESCARGADO. VIENTO PREDOMINANTE							
1.00*PP+1.00*(FLUEN.& RETRAC.)+1.50*VIENTO+.60*1.50*TEMP.							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
1	3997.96	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
2	4061.53	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
3	3877.86	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
4	3941.43	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
PUENTE DESCARGADO. TEMPERATURA PREDOMINANTE							
1.00*PP+1.00*(FLUEN.& RETRAC.)+1.50*TEMP.+.60*1.50*VIENTO							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
5	4107.77	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
6	4145.91	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
7	3987.67	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
8	4025.81	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #1 SC PREDOMINANTE

$1.35*PP+1.35*CP+1.35*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+1.35*SCU+1.35*CARRO+0.60*1.50*VIENTO \text{ (CARGADO)}+0.60*1.50*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
9	9282.60	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
10	7032.66	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
11	8324.19	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
12	6074.26	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
13	9366.47	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
14	7116.53	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
15	8408.06	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
16	6158.12	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
17	7227.61	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
18	4977.68	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
19	6269.21	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
20	4019.27	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
21	7311.48	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
22	5061.55	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
23	6353.08	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
24	4103.14	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
25	9120.46	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
26	6870.53	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
27	8162.06	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
28	5912.12	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
29	9204.33	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
30	6954.40	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
31	8245.93	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
32	5995.99	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
33	7065.48	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
34	4815.54	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
35	6107.07	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
36	3857.14	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
37	7149.35	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
38	4899.41	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
39	6190.94	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
40	3941.01	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #2 VIENTO PREDOMINANTE

$1.35*PP+1.35*CP+1.35*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+0.40*1.35*SCU+0.75*1.35*CARRO+1.50*VIENTO \text{ (CARGADO)}+0.60*1.50*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
41	7484.27	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
42	5796.82	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
43	7100.91	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
44	5413.46	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
45	7624.05	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
46	5936.60	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
47	7240.69	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
48	5553.24	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
49	6662.28	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
50	4974.83	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
51	6278.92	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
52	4591.46	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
53	6802.06	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
54	5114.61	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
55	6418.70	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
56	4731.25	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
57	7322.14	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
58	5634.69	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
59	6938.78	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
60	5251.32	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
61	7461.92	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
62	5774.47	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
63	7078.56	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
64	5391.10	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
65	6500.14	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
66	4812.69	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
67	6116.78	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
68	4429.33	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
69	6639.93	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
70	4952.47	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
71	6256.56	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
72	4569.11	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #3 TEMPERATURA PREDOMINANTE

$1.35*PP+1.35*CP+1.35*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+0.40*1.35*SCU+0.75*1.35*CARRO+0.60*1.50*VIENTO(CARGADO)+1.50*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
73	7609.32	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
74	5921.87	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
75	7225.96	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
76	5538.51	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
77	7693.19	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
78	6005.74	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
79	7309.83	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
80	5622.38	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
81	6787.33	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
82	5099.88	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
83	6403.97	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
84	4716.51	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
85	6871.20	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
86	5183.74	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
87	6487.83	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
88	4800.38	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
89	7447.19	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
90	5759.73	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
91	7063.82	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
92	5376.37	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
93	7531.06	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
94	5843.60	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
95	7147.69	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
96	5460.24	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
97	6625.19	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
98	4937.74	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
99	6241.83	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
100	4554.38	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
101	6709.06	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
102	5021.61	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
103	6325.70	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
104	4638.25	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS EN LA PILA

UNIDADES:m kN

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
1	9366.47	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
2	3857.14	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
3	4107.77	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
4	9282.60	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
5	3997.96	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
6	9282.60	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
7	9282.60	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
8	3997.96	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
9	3997.96	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
10	3997.96	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
11	4107.77	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
12	9282.60	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
13	3997.96	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
14	9282.60	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1

RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCION

GEOMETRIA SECCION TRANSVERSAL

TIPO DE SECCION: CILINDRICA
DIAMETRO: 1.000m
REC.: 0.060m

CARACTERISTICAS DE MATERIALES

RESISTENCIA DEL HORMIGON Fck: 35.MPa
Gamma_C: 1.50
RESISTENCIA DEL ACERO Fyk: 500.MPa
Gamma_S: 1.15

ARMADURAS MINIMAS POR HIPOTESIS

N.hip	Nd	Md	As [cm2]	Vd	Av [cm2/m]
1	9366.47	687.82	31.42	58.00	9.61
2	3857.14	687.82	31.42	58.00	9.61
3	4107.77	727.96	31.42	61.31	9.61
4	9282.60	687.82	31.42	58.00	9.61
5	3997.96	1117.87	31.42	94.59	9.61
6	9282.60	687.82	31.42	58.00	9.61
7	9282.60	687.82	31.42	58.00	9.61
8	3997.96	1117.87	31.42	94.59	9.61
9	3997.96	1117.87	31.42	94.59	9.61
10	3997.96	1117.87	31.42	94.59	9.61
11	4107.77	727.96	31.42	61.31	9.61
12	9282.60	687.82	31.42	58.00	9.61
13	3997.96	1117.87	31.42	94.59	9.61
14	9282.60	687.82	31.42	58.00	9.61

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE COMBINACIONES DE ESFUERZOS EN PILAS

INGEDIS.S.C. Ingenieria y Diseño (C) 2015

PS 308
PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

PROYECTO:
ELEMENTO:

DATOS GENERALES

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Gamma_PP:1.00 Gamma_SC(Sobrecarga Vertical):1.00 Gamma_SC(Acciones Horizontales):1.

COEFICIENTES DE COMBINACION

Coeficientes Chi_0:
Vehiculo Pesado 0.75
Sobrecarga Uniforme 0.40
Aceras 0.40
Viento 0.60
Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_1:
Vehiculo Pesado 0.75
Sobrecarga Uniforme 0.40
Aceras 0.40
Viento 0.20
Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_2:
Vehiculo Pesado 0.00
Sobrecarga Uniforme 0.20
Aceras 0.00
Viento 0.00
Temperatura 0.50

ESFUERZOS DEFINIDOS EN LA CABEZA DE PILA

ALTURA DE PILA(m): 10.70 DISTANCIA A LA CABEZA DE PILA:0.00

PESO DE LA PILA (por m): 19.63 PESO DEL CABECERO: 0.00kN

VIENTO SOBRE LA PILA LONG (kN/m): 1.05 TRANSV. (kN/m): 1.05

COMBINACION PARA PUENTES DE CARRETERA

UNIDADES: m kN

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE PESO PROPIO

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	2669.90	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE CARGA MUERTA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1004.17	0.00	0.00	0.00	0.00
2	884.07	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE SOBRECARGA UNIFORME

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	1183.78	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-338.43	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE CARRO

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	1250.45	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-416.17	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE SOBRECARGA SOBRE ACERAS

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	480.84	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-229.09	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE DESCARGADO)

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	-21.19	0.00	62.27	0.00	0.00
2	21.19	0.00	62.27	0.00	0.00

ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE CARGADO)

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	-46.59	0.00	62.27	0.00	0.00
2	46.59	0.00	62.27	0.00	0.00

ESFUERZOS DE RETRACCION & FLUENCIA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE TEMPERATURA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	161.82	16.58	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE FUERZA CENTRIFUGA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	17.83	0.00	13.63	0.00	0.00
1	-53.49	0.00	13.63	0.00	0.00

ESFUERZOS DE FRENADO Y ARRANQUE

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	34.50	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

ESFUERZOS EN LA PILA					
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN X					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Y					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Z					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA							
PUENTE DESCARGADO. VIENTO PREDOMINANTE							
1.00*PP+1.00*(FLUEN.& RETRAC.)+1.00*VIENTO+.60*1.00*TEMP.							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
1	3960.01	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
2	4002.39	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
3	3839.91	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
4	3882.29	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
PUENTE DESCARGADO. TEMPERATURA PREDOMINANTE							
1.00*PP+1.00*(FLUEN.& RETRAC.)+1.00*TEMP.+.60*1.00*VIENTO							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
5	4033.22	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
6	4058.65	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
7	3913.12	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
8	3938.55	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #1 SC PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*CP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+1.00*SCU+1.00*CARRO+0.60*1.00*VIENTO \text{ (CARGADO)}+0.60*1.00*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
9	6868.32	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
10	5201.70	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
11	6158.39	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
12	4491.77	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
13	6924.23	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
14	5257.61	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
15	6214.30	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
16	4547.68	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
17	5346.11	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
18	3679.49	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
19	4636.18	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
20	2969.56	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
21	5402.02	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
22	3735.40	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
23	4692.09	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
24	3025.47	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
25	6748.22	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
26	5081.60	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
27	6038.29	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
28	4371.67	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
29	6804.13	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
30	5137.51	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
31	6094.20	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
32	4427.58	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
33	5226.01	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
34	3559.39	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
35	4516.08	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
36	2849.46	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
37	5281.92	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
38	3615.30	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
39	4571.99	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
40	2905.37	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #2 VIENTO PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*CP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+0.40*1.00*SCU+0.75*1.00*CARRO+1.00*VIENTO \text{ (CARGADO)}+0.60*1.00*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
41	5538.29	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
42	4288.33	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
43	5254.32	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
44	4004.36	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
45	5631.48	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
46	4381.52	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
47	5347.51	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
48	4097.55	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
49	4929.41	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
50	3679.45	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
51	4645.44	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
52	3395.47	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
53	5022.60	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
54	3772.63	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
55	4738.63	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
56	3488.66	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
57	5418.19	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
58	4168.23	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
59	5134.22	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
60	3884.26	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
61	5511.38	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
62	4261.42	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
63	5227.41	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
64	3977.45	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
65	4809.31	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
66	3559.35	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
67	4525.34	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
68	3275.37	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
69	4902.50	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
70	3652.53	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
71	4618.53	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
72	3368.56	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #3 TEMPERATURA PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*CP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+0.40*1.00*SCU+0.75*1.00*CARRO+0.60*1.00*VIENTO(CARGADO)+1.00*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
73	5621.66	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
74	4371.69	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
75	5337.69	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
76	4087.72	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
77	5677.57	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
78	4427.61	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
79	5393.60	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
80	4143.64	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
81	5012.78	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
82	3762.81	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
83	4728.80	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
84	3478.84	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
85	5068.69	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
86	3818.72	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
87	4784.72	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
88	3534.75	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
89	5501.56	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
90	4251.60	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
91	5217.59	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
92	3967.62	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
93	5557.47	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
94	4307.51	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
95	5273.50	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
96	4023.54	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
97	4892.68	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
98	3642.71	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
99	4608.70	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
100	3358.74	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
101	4948.59	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
102	3698.62	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
103	4664.62	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
104	3414.65	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 1 SERVICIO

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS EN LA PILA

UNIDADES:m kN

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
1	6924.23	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
2	2849.46	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
3	4033.22	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
4	6868.32	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
5	3960.01	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
6	6868.32	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
7	6868.32	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
8	3960.01	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
9	3960.01	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
10	3960.01	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
11	4033.22	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
12	6868.32	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
13	3960.01	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
14	6868.32	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84

PS 308
PILA 1 FUSTE 2

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE COMBINACIONES DE ESFUERZOS EN PILAS

INGEDIS.S.C. Ingenieria y Diseño (C) 2015

PROYECTO:
ELEMENTO:

DATOS GENERALES

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Gamma_PP:1.35 Gamma_SC(Sobrecarga Vertical):1.35 Gamma_SC(Acciones Horizontales):1.

COEFICIENTES DE COMBINACION

Coeficientes Chi_0:
Vehiculo Pesado 0.75
Sobrecarga Uniforme 0.40
Aceras 0.40
Viento 0.60
Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_1:
Vehiculo Pesado 0.75
Sobrecarga Uniforme 0.40
Aceras 0.40
Viento 0.20
Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_2:
Vehiculo Pesado 0.00
Sobrecarga Uniforme 0.20
Aceras 0.00
Viento 0.00
Temperatura 0.50

ESFUERZOS DEFINIDOS EN LA CABEZA DE PILA

ALTURA DE PILA(m): 10.70 DISTANCIA A LA CABEZA DE PILA:0.00

PESO DE LA PILA (por m): 19.63 PESO DEL CABECERO: 0.00kN

VIENTO SOBRE LA PILA LONG (kN/m): 1.05 TRANSV. (kN/m): 1.05

COMBINACION PARA PUENTES DE CARRETERA

UNIDADES: m kN

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2

ESFUERZOS EN LA PILA					

ESFUERZOS DE PESO PROPIO					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1829.77	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE CARGA MUERTA					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	714.47	0.00	0.00	0.00	0.00
2	618.17	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2

ESFUERZOS EN LA PILA					

ESFUERZOS DE SOBRECARGA UNIFORME					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1080.76	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-438.92	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE CARRO					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1232.34	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-486.98	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE SOBRECARGA SOBRE ACERAS					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	416.75	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-261.37	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2

ESFUERZOS EN LA PILA					

ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE DESCARGADO)					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	-21.19	0.00	62.27	0.00	0.00
2	21.19	0.00	62.27	0.00	0.00
ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE CARGADO)					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	-46.59	0.00	62.27	0.00	0.00
2	46.59	0.00	62.27	0.00	0.00
ESFUERZOS DE RETRACCION & FLUENCIA					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE TEMPERATURA					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	161.82	16.58	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS DE FUERZA CENTRIFUGA					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	17.83	0.00	13.63	0.00	0.00
1	-53.49	0.00	13.63	0.00	0.00
ESFUERZOS DE FRENADO Y ARRANQUE					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	0.00	34.50	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2

ESFUERZOS EN LA PILA					

ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN X					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Y					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Z					
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

P1_F2.SAL	03/03/2022	P1_F2.SAL	03/03/2022
PROYECTO:PS 308		PROYECTO:PS 308	
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2		ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2	
COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA		COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA	
PUENTE DESCARGADO. VIENTO PREDOMINANTE		COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO	
1.00*PP+1.00*(FLUEN.& RETRAC.)+1.50*VIENTO+.60*1.50*TEMP.		ALTERNATIVA #1 SC PREDOMINANTE	
N.hip N Fx Fy Mx My Mx INF My INF		N.hip N Fx Fy Mx My Mx INF My INF	
1 2868.13 14.92 93.40 0.00 0.00 249.83 1089.59		9 7507.28 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
2 2931.70 14.92 93.40 0.00 0.00 249.83 1089.59		10 5186.20 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
3 2771.83 14.92 93.40 0.00 0.00 249.83 1089.59		11 6591.82 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
4 2835.40 14.92 93.40 0.00 0.00 249.83 1089.59		12 4270.74 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
PUENTE DESCARGADO. TEMPERATURA PREDOMINANTE		13 7591.15 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
1.00*PP+1.00*(FLUEN.& RETRAC.)+1.50*TEMP.+.60*1.50*VIENTO		14 5270.07 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
N.hip N Fx Fy Mx My Mx INF My INF		15 6675.69 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
5 2977.94 24.87 56.04 0.00 0.00 320.21 653.76		16 4354.61 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
6 3016.08 24.87 56.04 0.00 0.00 320.21 653.76		17 5455.71 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
7 2881.64 24.87 56.04 0.00 0.00 320.21 653.76		18 3134.63 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
8 2919.78 24.87 56.04 0.00 0.00 320.21 653.76		19 4540.25 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		20 2219.17 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		21 5539.58 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		22 3218.50 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		23 4624.12 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		24 2303.04 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		25 7377.27 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		26 5056.19 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		27 6461.81 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		28 4140.73 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		29 7461.14 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		30 5140.06 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		31 6545.68 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		32 4224.60 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		33 5325.71 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		34 3004.63 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		35 4410.25 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		36 2089.16 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		37 5409.58 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		38 3088.49 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		39 4494.11 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	
		40 2173.03 14.92 56.04 0.00 0.00 213.76 653.76	

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA								COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA							
COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO ALTERNATIVA #2 VIENTO PREDOMINANTE								COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO ALTERNATIVA #3 TEMPERATURA PREDOMINANTE							
1.35*PP+1.35*CP+1.35*(FLUEN.& RETRAC.)+0.40*1.35*SCU+0.75*1.35*CARRO+ 1.50*VIENTO(CARGADO)+0.60*1.50*TEMP								1.35*PP+1.35*CP+1.35*(FLUEN.& RETRAC.)+0.40*1.35*SCU+0.75*1.35*CARRO+ 0.60*1.50*VIENTO(CARGADO)+1.50*TEMP							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF	N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
41	5850.43	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	73	5975.47	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
42	4109.61	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	74	4234.66	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
43	5484.24	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	75	5609.29	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
44	3743.43	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	76	3868.48	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
45	5990.21	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	77	6059.34	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
46	4249.40	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	78	4318.53	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
47	5624.02	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	79	5693.16	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
48	3883.21	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	80	3952.35	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
49	5029.80	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	81	5154.85	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
50	3288.99	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	82	3414.04	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
51	4663.61	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	83	4788.66	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
52	2922.80	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	84	3047.85	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
53	5169.58	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	85	5238.72	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
54	3428.77	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	86	3497.90	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
55	4803.40	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	87	4872.53	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
56	3062.58	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	88	3131.72	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
57	5720.42	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	89	5845.47	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
58	3979.61	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	90	4104.66	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
59	5354.24	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	91	5479.28	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
60	3613.42	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	92	3738.47	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
61	5860.20	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	93	5929.34	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
62	4119.39	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	94	4188.53	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
63	5494.02	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	95	5563.15	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
64	3753.21	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	96	3822.34	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
65	4899.79	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	97	5024.84	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
66	3158.98	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	98	3284.03	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
67	4533.61	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	99	4658.66	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
68	2792.80	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	100	2917.85	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
69	5039.58	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	101	5108.71	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
70	3298.76	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	102	3367.90	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
71	4673.39	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	103	4742.53	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
72	2932.58	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59	104	3001.71	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS EN LA PILA

UNIDADES:m kN

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
1	7591.15	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
2	2089.16	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
3	2977.94	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
4	7507.28	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
5	2868.13	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
6	7507.28	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
7	7507.28	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
8	2868.13	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
9	2868.13	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
10	2868.13	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
11	2977.94	24.87	56.04	0.00	0.00	320.21	653.76
12	7507.28	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76
13	2868.13	14.92	93.40	0.00	0.00	249.83	1089.59
14	7507.28	14.92	56.04	0.00	0.00	213.76	653.76

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2

RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCION

GEOMETRIA SECCION TRANSVERSAL

TIPO DE SECCION: CILINDRICA
DIAMETRO: 1.000m
REC.: 0.060m

CARACTERISTICAS DE MATERIALES

RESISTENCIA DEL HORMIGON Fck: 35.MPa
Gamma_C: 1.50
RESISTENCIA DEL ACERO Fyk: 500.MPa
Gamma_S: 1.15

ARMADURAS MINIMAS POR HIPOTESIS

N.hip	Nd	Md	As [cm2]	Vd	Av [cm2/m]
1	7591.15	687.82	31.42	58.00	9.61
2	2089.16	687.82	31.42	58.00	9.61
3	2977.94	727.96	31.42	61.31	9.61
4	7507.28	687.82	31.42	58.00	9.61
5	2868.13	1117.87	31.42	94.59	9.61
6	7507.28	687.82	31.42	58.00	9.61
7	7507.28	687.82	31.42	58.00	9.61
8	2868.13	1117.87	31.42	94.59	9.61
9	2868.13	1117.87	31.42	94.59	9.61
10	2868.13	1117.87	31.42	94.59	9.61
11	2977.94	727.96	31.42	61.31	9.61
12	7507.28	687.82	31.42	58.00	9.61
13	2868.13	1117.87	31.42	94.59	9.61
14	7507.28	687.82	31.42	58.00	9.61

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE COMBINACIONES DE ESFUERZOS EN PILAS

INGEDIS.S.C. Ingenieria y Diseño (C) 2015

PS 308

PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

PROYECTO:

ELEMENTO:

DATOS GENERALES

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Gamma_PP:1.00 Gamma_SC(Sobrecarga Vertical):1.00 Gamma_SC(Acciones Horizontales):1.

COEFICIENTES DE COMBINACION

Coeficientes Chi_0:

Vehiculo Pesado 0.75

Sobrecarga Uniforme 0.40

Aceras 0.40

Viento 0.60

Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_1:

Vehiculo Pesado 0.75

Sobrecarga Uniforme 0.40

Aceras 0.40

Viento 0.20

Temperatura 0.60

Coeficientes Chi_2:

Vehiculo Pesado 0.00

Sobrecarga Uniforme 0.20

Aceras 0.00

Viento 0.00

Temperatura 0.50

ESFUERZOS DEFINIDOS EN LA CABEZA DE PILA

ALTURA DE PILA(m): 10.70 DISTANCIA A LA CABEZA DE PILA:0.00

PESO DE LA PILA (por m): 19.63 PESO DEL CABECERO: 0.00kN

VIENTO SOBRE LA PILA LONG (kN/m): 1.05 TRANSV. (kN/m): 1.05

COMBINACION PARA PUENTES DE CARRETERA

UNIDADES: m kN

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE PESO PROPIO

ESFUERZOS DE SOBRECARGA UNIFORME

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1829.77	0.00	0.00	0.00	0.00

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1080.76	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-438.92	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE CARGA MUERTA

ESFUERZOS DE CARRO

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	714.47	0.00	0.00	0.00	0.00
2	618.17	0.00	0.00	0.00	0.00

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1232.34	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-486.98	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE SOBRECARGA SOBRE ACERAS

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	416.75	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-261.37	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE DESCARGADO)

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	-21.19	0.00	62.27	0.00	0.00
2	21.19	0.00	62.27	0.00	0.00

ESFUERZOS DE VIENTO (PUENTE CARGADO)

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	-46.59	0.00	62.27	0.00	0.00
2	46.59	0.00	62.27	0.00	0.00

ESFUERZOS DE RETRACCION & FLUENCIA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE TEMPERATURA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	161.82	16.58	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS DE FUERZA CENTRIFUGA

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	17.83	0.00	13.63	0.00	0.00
1	-53.49	0.00	13.63	0.00	0.00

ESFUERZOS DE FRENADO Y ARRANQUE

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	34.50	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

ESFUERZOS EN LA PILA

ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN X

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Y

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESFUERZOS SISMICOS. SISMO DIRECCIÓN Z

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

PUENTE DESCARGADO. VIENTO PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+1.00*VIENTO+.60*1.00*TEMP.$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
1	2830.18	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
2	2872.56	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
3	2733.88	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
4	2776.26	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40

PUENTE DESCARGADO. TEMPERATURA PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+1.00*TEMP.+.60*1.00*VIENTO$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
5	2903.39	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
6	2928.82	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
7	2807.09	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
8	2832.52	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #1 SC PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*CP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+1.00*SCU+1.00*CARRO+0.60*1.00*VIENTO(CARGADO)+0.60*1.00*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
9	5553.27	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
10	3833.95	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
11	4875.15	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
12	3155.83	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
13	5609.18	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
14	3889.86	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
15	4931.06	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
16	3211.74	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
17	4033.59	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
18	2314.27	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
19	3355.47	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
20	1636.15	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
21	4089.50	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
22	2370.18	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
23	3411.38	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
24	1692.06	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
25	5456.97	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
26	3737.65	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
27	4778.85	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
28	3059.53	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
29	5512.88	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
30	3793.56	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
31	4834.76	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
32	3115.44	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
33	3937.29	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
34	2217.97	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
35	3259.17	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
36	1539.85	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
37	3993.20	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
38	2273.88	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
39	3315.08	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
40	1595.76	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #2 VIENTO PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*CP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+0.40*1.00*SCU+0.75*1.00*CARRO+1.00*VIENTO(CARGADO)+0.60*1.00*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
41	4328.04	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
42	3038.55	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
43	4056.79	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
44	2767.30	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
45	4421.23	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
46	3131.74	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
47	4149.98	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
48	2860.49	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
49	3720.17	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
50	2430.68	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
51	3448.92	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
52	2159.43	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
53	3813.35	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
54	2523.86	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
55	3542.11	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
56	2252.62	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
57	4231.74	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
58	2942.25	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
59	3960.49	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
60	2671.00	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
61	4324.93	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
62	3035.44	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
63	4053.68	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
64	2764.19	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
65	3623.87	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
66	2334.38	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
67	3352.62	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
68	2063.13	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
69	3717.05	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
70	2427.56	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
71	3445.81	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
72	2156.32	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

COMBINACION DE ESFUERZOS EN LA PILA

COMBINACION 1: SOBRECARGA UNIF. + CARRO
ALTERNATIVA #3 TEMPERATURA PREDOMINANTE

$1.00*PP+1.00*CP+1.00*(FLUEN.\& \text{ RETRAC.})+0.40*1.00*SCU+0.75*1.00*CARRO+0.60*1.00*VIENTO(CARGADO)+1.00*TEMP$

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
73	4411.40	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
74	3121.91	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
75	4140.16	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
76	2850.67	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
77	4467.32	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
78	3177.83	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
79	4196.07	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
80	2906.58	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
81	3803.53	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
82	2514.04	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
83	3532.28	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
84	2242.79	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
85	3859.44	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
86	2569.95	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
87	3588.20	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
88	2298.71	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
89	4315.10	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
90	3025.61	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
91	4043.86	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
92	2754.37	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
93	4371.02	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
94	3081.53	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
95	4099.77	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
96	2810.28	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
97	3707.23	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
98	2417.74	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
99	3435.98	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
100	2146.49	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
101	3763.14	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
102	2473.65	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
103	3491.90	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
104	2202.41	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84

PROYECTO:PS 308
ELEMENTO:PILA 1 FUSTE 2 SERVICIO

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS EN LA PILA

UNIDADES:m kN

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx INF	My INF
1	5609.18	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
2	1539.85	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
3	2903.39	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
4	5553.27	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
5	2830.18	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
6	5553.27	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
7	5553.27	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
8	2830.18	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
9	2830.18	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
10	2830.18	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
11	2903.39	16.58	37.36	0.00	0.00	213.47	435.84
12	5553.27	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84
13	2830.18	9.95	62.27	0.00	0.00	166.55	726.40
14	5553.27	9.95	37.36	0.00	0.00	142.51	435.84

ESFUERZOS SOBRE ZAPATA YA ROTADOS							
N	Mx'	My'	Fx'	Fy'	N	Mx'	Fy'
	9366.47	153.39	670.50	19.96		9366.47	153.39
	3857.14	153.39	670.50	19.96		3857.14	153.39
	4107.77	259.40	680.18	29.87		4107.77	259.40
	9282.60	153.39	670.50	19.96		9282.60	153.39
	3997.96	149.66	1107.80	23.36		3997.96	149.66
	9282.60	153.39	670.50	19.96		9282.60	153.39
	9282.60	153.39	670.50	19.96		9282.60	153.39
	3997.96	149.66	1107.80	23.36		3997.96	149.66
	3997.96	149.66	1107.80	23.36		3997.96	149.66
	4107.77	259.40	680.18	29.87		4107.77	259.40
	9282.60	153.39	670.50	19.96		9282.60	153.39
	3997.96	149.66	1107.80	23.36		3997.96	149.66
	9282.60	153.39	670.50	19.96		9282.60	153.39
ESFUERZOS SOBRE ZAPATA YA ROTADOS							
N	Mx'	My'	Fx'	Fy'	N	Mx'	Fy'
	6924.23	102.27	447.00	13.31		6924.23	102.27
	2849.46	102.27	447.00	13.31		2849.46	102.27
	4033.22	172.93	453.45	19.91		4033.22	172.93
	6868.32	102.27	447.00	13.31		6868.32	102.27
	3960.01	99.77	738.54	15.57		3960.01	99.77
	6868.32	102.27	447.00	13.31		6868.32	102.27
	3960.01	99.77	738.54	15.57		3960.01	99.77
	3960.01	99.77	738.54	15.57		3960.01	99.77
	4033.22	172.93	453.45	19.91		4033.22	172.93
	6868.32	102.27	447.00	13.31		6868.32	102.27
	3960.01	99.77	738.54	15.57		3960.01	99.77
	6868.32	102.27	447.00	13.31		6868.32	102.27

alfa

FUSTE 1. ELU							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx_inf	My_inf
1	9366.47	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76
2	3857.14	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76
3	4107.77	24.87	56.04	0	0	320.21	653.76
4	9282.6	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76
5	3997.96	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59
6	9282.6	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76
7	9282.6	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76
8	3997.96	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59
9	3997.96	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59
10	3997.96	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59
11	4107.77	24.87	56.04	0	0	320.21	653.76
12	9282.6	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76
13	3997.96	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59
14	9282.6	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76

FUSTE 1. ELS

FUSTE 1. ELS							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx_inf	My_inf
1	6924.23	9.95	37.36	0	0	142.51	435.84
2	2849.46	9.95	37.36	0	0	142.51	435.84
3	4033.22	16.58	37.36	0	0	213.47	435.84
4	6868.32	9.95	37.36	0	0	142.51	435.84
5	3960.01	9.95	62.27	0	0	166.55	726.4
6	6868.32	9.95	37.36	0	0	142.51	435.84
7	6868.32	9.95	37.36	0	0	142.51	435.84
8	3960.01	9.95	62.27	0	0	166.55	726.4
9	3960.01	9.95	62.27	0	0	166.55	726.4
10	3960.01	9.95	62.27	0	0	166.55	726.4
11	4033.22	16.58	37.36	0	0	213.47	435.84
12	6868.32	9.95	37.36	0	0	142.51	435.84
13	3960.01	9.95	62.27	0	0	166.55	726.4
14	6868.32	9.95	37.36	0	0	142.51	435.84

		FUSTE 2. ELU							
N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx_inf	My_inf		
	1	7591.15	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76	
	2	2089.16	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76	
	3	2977.94	24.87	56.04	0	0	320.21	653.76	
	4	7507.28	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76	
	5	2868.13	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59	
	6	7507.28	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76	
	7	7507.28	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76	
	8	2868.13	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59	
	9	2868.13	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59	
	10	2868.13	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59	
	11	2977.94	24.87	56.04	0	0	320.21	653.76	
	12	7507.28	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76	
	13	2868.13	14.92	93.4	0	0	249.83	1089.59	
	14	7507.28	14.92	56.04	0	0	213.76	653.76	

FUSTE 2. ELS

N.hip	N	Fx	Fy	Mx	My	Mx_inf	My_inf
	1	5609.18	9.95	37.36	0	0	142.51
	2	1539.85	9.95	37.36	0	0	142.51
	3	2903.39	16.58	37.36	0	0	213.47
	4	5553.27	9.95	37.36	0	0	142.51
	5	2830.18	9.95	62.27	0	0	166.55
	6	5553.27	9.95	37.36	0	0	142.51
	7	5553.27	9.95	37.36	0	0	142.51
	8	2830.18	9.95	62.27	0	0	166.55
	9	2830.18	9.95	62.27	0	0	166.55
	10	2830.18	9.95	62.27	0	0	166.55
	11	2903.39	16.58	37.36	0	0	213.47
	12	5553.27	9.95	37.36	0	0	142.51
	13	2830.18	9.95	62.27	0	0	166.55
	14	5553.27	9.95	37.36	0	0	142.51

ESFUERZOS SOBRE ZAPATA YA ROTADOS					
N	Mx'	My'	Fx'	Fy'	
	7591.15	153.39	670.50	19.96	54.45
	2089.16	153.39	670.50	19.96	54.45
	2977.94	259.40	680.18	29.87	53.54
	7507.28	153.39	670.50	19.96	54.45
	2868.13	149.66	1107.80	23.36	91.66
	7507.28	153.39	670.50	19.96	54.45
	7507.28	153.39	670.50	19.96	54.45
	2868.13	149.66	1107.80	23.36	91.66
	2868.13	149.66	1107.80	23.36	91.66
	2977.94	259.40	680.18	29.87	53.54
	7507.28	153.39	670.50	19.96	54.45
	2868.13	149.66	1107.80	23.36	91.66
	7507.28	153.39	670.50	19.96	54.45
ESFUERZOS SOBRE ZAPATA YA ROTADOS					
N	Mx'	My'	Fx'	Fy'	
	5609.18	102.27	447.00	13.31	36.30
	1539.85	102.27	447.00	13.31	36.30
	2903.39	172.93	453.45	19.91	35.70
	5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
	2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
	5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
	5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
	2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
	2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
	2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
	2903.39	172.93	453.45	19.91	35.70
	5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
	2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
	5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30

ZAP308_1.SAL

03/03/2022

PROGRAMA DE CALCULO DE ZAPATAS DE DOS FUSTES

INGEDIS. Ingenieria & Diseño (c) 2017 V1.1

PROYECTO:
AVE TAFALLA
ELEMENTO:
ZAPATA PS308

DATOS GENERALES

CARACTERISTICAS DE MATERIALES

Resistencia del Hormigón Fck (MPa): 35.00
Resistencia del Acero Fyk (MPa): 500.00

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Gamma_C: 1.50 Gamma_S: 1.15

GEOMETRIA DE LA ZAPATA

Longitud de la zapata LX (m): 8.00
Anchura de la zapata LY (m): 6.00
Canto de la Zapata H (m): 1.80
Altura de tierras sobre la zapata HT (m): 0.80

GEOMETRIA DE LOS FUSTES

Espesor del fuste en direccion XX DX (m): 1.00
Espesor del fuste en direccion YY DY (m): 1.00
Separacion entre fustes SepF (m): 3.72

FUERZAS, MOMENTOS Y TENSIONES SOBRE EL FUSTE N° 1

Axil [kN]	MLong [kNm]	MTran [kNm]	FLong [kN]	FTran [kN]
6924.23	102.27	447.00	13.31	36.30
2849.46	102.27	447.00	13.31	36.30
4033.22	172.93	453.45	19.91	35.70
6868.32	102.27	447.00	13.31	36.30
3960.01	99.77	738.54	15.57	61.11
6868.32	102.27	447.00	13.31	36.30
6868.32	102.27	447.00	13.31	36.30
3960.01	99.77	738.54	15.57	61.11
3960.01	99.77	738.54	15.57	61.11
3960.01	99.77	738.54	15.57	61.11
4033.22	172.93	453.45	19.91	35.70
6868.32	102.27	447.00	13.31	36.30
3960.01	99.77	738.54	15.57	61.11
6868.32	102.27	447.00	13.31	36.30

FUERZAS, MOMENTOS Y TENSIONES SOBRE EL FUSTE N° 2

Axil [kN]	MLong [kNm]	MTran [kNm]	FLong [kN]	FTran [kN]
1539.85	102.27	447.00	13.31	36.30
5609.18	102.27	447.00	13.31	36.30
2903.39	172.93	453.45	19.91	35.70
5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11

2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
2903.39	172.93	453.45	19.91	35.70
5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30
2830.18	99.77	738.54	15.57	61.11
5553.27	102.27	447.00	13.31	36.30

PROGRAMA ZAPATAS DE 2 FUSTES

PROYECTO:AVE TAFALLA
ELEMENTO:ZAPATA PS308

FUERZAS, MOMENTOS Y TENSIONES SOBRE EL C.D.G. DE LA ZAPATA

Axil [kN]	MLong [kNm]	MTran [kNm]	FLong [kN]	FTran [kN]	SMax [kPa]	SMin [kPa]	C.D. [-]	C.V. [-]
8464.08	204.54	-9120.95	26.62	72.60	428.24	45.76	9.9	5.1
8458.64	204.54	6027.08	26.62	72.60	369.12	104.66	9.9	7.4
6936.61	345.86	-1194.58	39.82	71.40	233.91	176.45	9.9	9.9
12421.59	204.54	-1551.99	26.62	72.60	353.01	285.89	9.9	9.9
6790.19	199.54	-624.40	31.14	122.22	214.55	189.71	9.9	9.9
12421.59	204.54	-1551.99	26.62	72.60	353.01	285.89	9.9	9.9
12421.59	204.54	-1551.99	26.62	72.60	353.01	285.89	9.9	9.9
6790.19	199.54	-624.40	31.14	122.22	214.55	189.71	9.9	9.9
6790.19	199.54	-624.40	31.14	122.22	214.55	189.71	9.9	9.9
6790.19	199.54	-624.40	31.14	122.22	214.55	189.71	9.9	9.9
6936.61	345.86	-1194.58	39.82	71.40	233.91	176.45	9.9	9.9
12421.59	204.54	-1551.99	26.62	72.60	353.01	285.89	9.9	9.9
6790.19	199.54	-624.40	31.14	122.22	214.55	189.71	9.9	9.9
12421.59	204.54	-1551.99	26.62	72.60	353.01	285.89	9.9	9.9

Notas:
C.D. Coeficiente de seguridad al deslizamiento > 1.50
C.V. Coeficiente de seguridad al Vuelco > 1.80

Tensión Admisible necesaria del Terreno: 342.59 kPa

PROYECTO:AVE TAFALLA
ELEMENTO:ZAPATA PS308

ESFUERZOS DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURA (CDG DE LA ZAPATA)

Axil [kN]	MLong [kNm]	MTran [kNm]	FLong [kN]	FTran [kN]
11455.63	306.78	*****	39.92	108.90
11448.29	306.78	8286.26	39.92	108.90
7085.71	518.80	-741.12	59.74	107.08
16789.88	306.78	-1961.09	39.92	108.90
6866.09	299.32	114.12	46.72	183.32
16789.88	306.78	-1961.09	39.92	108.90
16789.88	306.78	-1961.09	39.92	108.90
6866.09	299.32	114.12	46.72	183.32
6866.09	299.32	114.12	46.72	183.32
6866.09	299.32	114.12	46.72	183.32
7085.71	518.80	-741.12	59.74	107.08
16789.88	306.78	-1961.09	39.92	108.90
6866.09	299.32	114.12	46.72	183.32
16789.88	306.78	-1961.09	39.92	108.90

CALCULO DE ARMADURAS DIRECCION LONGITUDINAL

SMax [kPa]	SMin [kPa]	LCont [m]	TdXX [kN/m]	AsXX [cm2/m]	AlfaX [°]	SmaxC [MPa]
326.48	314.64	8.00	1527.74	38.19	40.27	10.17
326.32	314.49	8.00	1527.02	38.18	40.27	10.16
239.31	219.73	8.00	1111.89	27.80	40.14	7.40
437.61	425.77	8.00	2050.70	49.27	40.29	13.65
230.93	218.95	8.00	1078.02	26.95	40.22	7.17
437.61	425.77	8.00	2050.70	49.27	40.29	13.65
437.61	425.77	8.00	2050.70	49.27	40.29	13.65
230.93	218.95	8.00	1078.02	26.95	40.22	7.17
230.93	218.95	8.00	1078.02	26.95	40.22	7.17
230.93	218.95	8.00	1078.02	26.95	40.22	7.17
239.31	219.73	8.00	1111.89	27.80	40.14	7.40
437.61	425.77	8.00	2050.70	49.27	40.29	13.65
230.93	218.95	8.00	1078.02	26.95	40.22	7.17
437.61	425.77	8.00	2050.70	49.27	40.29	13.65

CALCULO DE ARMADURAS DIRECCION TRANSVERSAL

SMax [kPa]	SMin [kPa]	LCont [m]	TdYY [kN/m]	AsYY [cm2/m]	AlfaY [°]	SmaxC [MPa]	Md(Int) [kNm/m]	Vd(Int) [kNm/m]	AsY(Int) [cm2/m]	AvYY [cm2/m2]
70.58	570.53	6.00	33.83	0.85	75.17	5.75	207.73	516.10	26.38	0.00
497.12	143.69	6.00	170.28	4.26	73.05	5.80	207.63	515.85	26.38	0.00
218.09	240.94	6.00	77.83	1.95	73.39	5.79	148.73	369.53	26.20	0.00
394.92	468.46	6.00	141.49	3.54	73.42	5.79	279.75	695.02	26.61	0.00
234.20	215.69	6.00	82.82	2.07	73.31	5.79	145.77	362.16	26.19	0.00
394.92	468.46	6.00	141.49	3.54	73.42	5.79	279.75	695.02	26.61	0.00

394.92	468.46	6.00	141.49	3.54	73.42	5.79	279.75	695.02	26.61	0.00
234.20	215.69	6.00	82.82	2.07	73.31	5.79	145.77	362.16	26.19	0.00
234.20	215.69	6.00	82.82	2.07	73.31	5.79	145.77	362.16	26.19	0.00
234.20	215.69	6.00	82.82	2.07	73.31	5.79	145.77	362.16	26.19	0.00
218.09	240.94	6.00	77.83	1.95	73.39	5.79	148.73	369.53	26.20	0.00
394.92	468.46	6.00	141.49	3.54	73.42	5.79	279.75	695.02	26.61	0.00
234.20	215.69	6.00	82.82	2.07	73.31	5.79	145.77	362.16	26.19	0.00
394.92	468.46	6.00	141.49	3.54	73.42	5.79	279.75	695.02	26.61	0.00