

Diligencia pola que se fai constar que o documento coincide co contido no expediente aprobado inicialmente o 07/07/2023.
Xefe do Servizo de Planificación e Ordenación do Solo
Alberto Feijoo Rodríguez

INSTITUTO
GALEGO DA
VIVENDA E SOLO



CVE: 6XUJOYftr7EF9
Verificación: <https://sede.xunta.gal/cve>



ESTRUCTURAS

**ANEJO
8**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	1
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PUENTE	1
3. BASES DE CÁLCULO	1
3.1. NORMATIVA UTILIZADA.....	1
3.2. CRITERIOS DE SEGURIDAD.....	1
3.3. ACCIONES	2
3.4. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES.....	5
3.5. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES	6
3.6. COMBINACIÓN DE ACCIONES	6
3.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	7
3.7.1. MATERIALES	7
3.7.2. NIVELES DE CONTROL ESTABLECIDOS	7
3.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	7
4. PLAN DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS (EHE)	7
4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN	7
4.2. PUNTOS CRÍTICOS DE LA ESTRUCTURA PRECISADOS DE ESPECIAL ATENCIÓN A EFECTOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO.....	7
4.2.1. ARQUETAS EJECUTADAS IN SITU	7
4.2.2. MUROS.....	8
5. PUENTE PO-400	8
APENDICES	1
APENDICE N°1. PUENTE PO-400	2

Diligencia para que se ha constar que el documento coincide con el contenido del expediente aprobado inicialmente o 07/07/2023.
 Xefe do Servizo de Planificación e Ordenación do Solo
 Alberto Feijoo Rodríguez

INSTITUTO GALEGO DA VIVENDA E SOLO

CVE: 6XUOYf7zEF9
 Verificación: https://sede.xunta.gal/cve



1. INTRODUCCIÓN

En la presente Separata del Proyecto se recoge la definición, tipo y bases de cálculo de las estructuras del Proyecto situadas en la zona de Vial de Sistemas Generales de Acceso Rodado al apartadero ferroviario de la PLISAN.

Las estructuras se agrupan en los siguientes tipos:

Puentes

Denominación	Tipología y función
Puente PO-400	Puente de carretera de 2 vanos isostático de vigas prefabricadas

2. DEFINICIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PUENTE

Se proyecta un puente de dos vanos de vigas prefabricadas de hormigón pretensado de tipo doble T. El diseño del puente se ha realizado de modo que tenga el mínimo canto posible para poder mantener un gálibo mínimo de 5.50 m en el vial norte-sur sin afectar a la cota de explanación de la terminal.

Los estribos son de tipo cerrado de hormigón armado. El apoyo central está formado por 3 pilas circulares y un dintel superior que recoge el apoyo de las vigas.

La estructura tiene un pretil de contención de tipo H3, con aceras en los bordes.

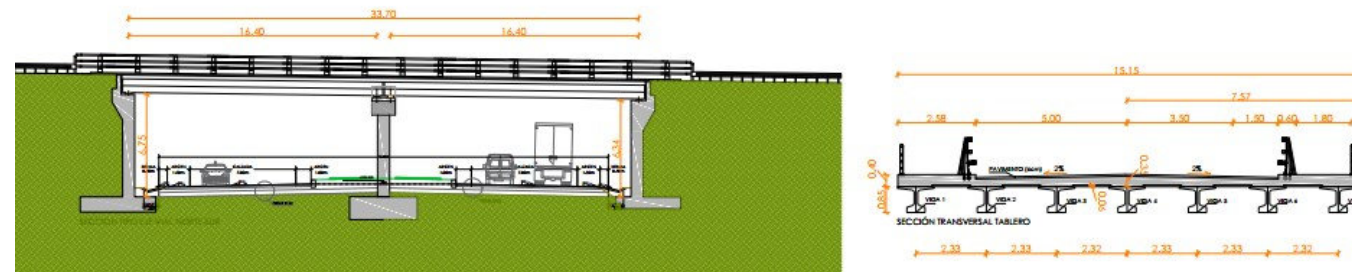


Ilustración 1. Alzado y sección de Puente PO-400.

3. BASES DE CÁLCULO

3.1. 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.

Normas de acciones.

- (1) Ministerio de Fomento. "Instrucción sobre Acciones en Puentes de Carretera" (IAP-11).
- (2) Eurocódigo 1. Parte 3: Acciones de tráfico en puentes
- (3) Ministerio de Fomento. "Norma de construcción sismorresistente: Puentes" NCSP-07.
- (4) Código Técnico de Edificación (CTE-DB-SE-AE)

Normas de construcción.

- (5) Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- (6) Recomendación para la construcción de muros de escollera. Ministerio de Fomento.
- (7) ITPF-05 Instrucción sobre las inspecciones técnicas en los puentes de ferrocarril.
- (8) NAP 2-0-0.5 Pasos inferiores

3.2. CRITERIOS DE SEGURIDAD

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

Los estados se clasifican en:

- Estados límites de servicio.
- Estados límites últimos.

Estados límite de servicio (E.L.S.)

Se incluyen bajo la denominación de estados límites de servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos predefinidos de funcionalidad, confort, durabilidad o aspecto de la estructura.

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 fisuración. La fisuración del hormigón por tracción puede afectar a la durabilidad, la impermeabilidad o el aspecto de la estructura. La microfisuración del hormigón por compresión excesiva puede afectar, también, a la durabilidad.

Estados límite últimos (E.L.U.)

La denominación de estados límites últimos engloba todos aquellos correspondientes a una puesta fuera de servicio de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella, poniendo en peligro la seguridad de las personas.

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 de la totalidad de la estructura.
- E.L.U. de agotamiento frente a sollicitaciones normales, frente a cortante, torsión y flexión. Se estudian a nivel de sección de elemento estructural.



El desarrollo de los cálculos se efectúa mediante la ayuda de programas de cálculo por ordenador, complementados con comprobaciones manuales de tipo aproximado, que garantizan la correspondencia entre el cálculo y la realidad.

3.3. ACCIONES

3.3.1.1. Valores característicos de las acciones

Con carácter general se consideran los criterios especificados en las instrucciones IAP e IAPF para los puentes y en el CTE relativa a acciones a considerar en elementos de edificación. Para alguna acción particular se han considerado los criterios definidos en otras instrucciones o recomendaciones.

3.3.1.2. 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 muros y la carga muerta.

- Peso propio

La carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para la densidad del hormigón el siguiente valor:

- Hormigón25.0 KN/m³
- Acero 78.5 KN/m³

Acciones del terreno sobre muros. Se obtienen de acuerdo con las características del terreno definidas en el estudio geotécnico.:

Nivel geotécnico	Descripción	Densidad (KN/m ³)	Angulo rozamiento	Cohesión (Kpa)	Coef. Balasto (Kp/cm ³)	Coef. Poisson	Mod. Deformacion Mpa
N1	Relleno antrópico	17.0/16.0	27°-32°	0/0.2	0.5-1.0	0.3	5-6
N2	Depósitos de terrazas	18/17	28°-33°	0.5/1	5-12	0.3	15-30
N3	Suelo residual granítico - Jabre GM V	17.5/16.5	30°-35°	10/20	7-15	0.3	45-60
N4	Sustrato rocoso granítico GM-II-III	25.0/25.5	34°-39°	200/500	500-2.500	0.2	850-1500

El terreno no es agresivo para el hormigón.

El resto de los parámetros se pueden encontrar en el informe geotécnico.

- Cargas permanentes

Son las debidas a los elementos no resistentes en conjunto con la estructura, y que en este caso son:

- Barandillas: barandilla de acero de peso 1 KN/m
- Pretiles y barreras: 11 KN/m
- Pantalla fonoabsorbente:

- Paneles hormigón 3.25 KN/m²
- Paneles de PMMA (15 mm) 0.2 KN/m²
- Paneles metálicos 0.22 KN/m²

- Pavimento: Se considera un valor de espesor nominal de pavimento asfáltico de 5 cm. Para una densidad de 24.0 KN/m³, resulta una carga de:

$$p = 0,06 \times 24 = 1.44 \text{ KN/m}^2$$

3.3.1.3. Acciones permanentes de valor no constante

- Pretensado

Se definen en el apéndice de cálculo correspondiente.

- Acciones reológicas

En los puentes, se define en el apéndice de cálculo correspondiente.

Para los elementos enterrados y de reducida longitud no se han tenido en cuenta acciones reológicas en el cálculo estructural.

- Empuje del terreno

De acuerdo al CTE y Guía de Cimentaciones en obras de carretera, y dada la rigidez de los elementos de marco y arquetas, los empujes del terreno para los estribos y paso inferior y arquetas se han calculado con el empuje al reposo $K_0=0.50$ y con empuje activo $K_a = 0,33$ en muros en ménsula, valores correspondientes a un terreno de ángulo de rozamiento interno 30° ,

La densidad del terreno se ha adoptado de 20.0 KN/m³. No se han considerado eventuales empujes hidrostáticos al estar el nivel freático por debajo de la cota de hastiales. Se habilitará drenaje en trasdós para asegurar la inexistencia de empuje del agua.

El relleno de tierras se efectuará simétricamente a ambos lados de la estructura.

3.3.1.4. Acciones variables

Sobrecarga de uso en muros

Se define una sobrecarga de uso de 5.0 KN/m² para sobrecarga de uso en muros adyacentes a aceras.

Se define una sobrecarga de uso de 10.0 KN/m² para sobrecarga de uso en muros adyacentes a viales de tráfico y de 20 KN/m² en explanadas de mercancías.

Con respecto a los terraplenes que reciben carga ferroviaria, tal y como se expresa en la IAPF-07, que en España hace las veces de anexo nacional para la EN 1991-2:2003/A1:2010, para el caso de empujes del terreno sobre elementos de la estructura en contacto con él, se considerará la actuación sobre la zona de coronación de terraplén en la que puede actuar el tráfico ferroviario, de una sobrecarga uniforme de α 30 kN/m² siendo α el coeficiente de clasificación, con un valor de 1,21.

Esta sobrecarga sólo se ha de tener en cuenta cuando la distancia horizontal entre el eje de la vía y la estructura sea menor o igual que la mitad de su altura.

La sobrecarga del tren 71 es de 80 kN/m. Esta sobrecarga se aplica sobre una anchura aproximada de 3,30 m, equivalente a una traviesa de 2.60 m de anchura, con apertura de cargas con talud 1:4 en una altura de 60 cm.



- $80 \text{ kN/m} / (2.60 + 2 \cdot 0.60/4) = 80 \text{ kN/m} / 2.90 \text{ m} = 27.58 \text{ kN/m}^2$.
- La sobrecarga aplicada de 30 kN/m^2 es superior al tren de cargas 71

Para el caso de muros de contención con cargas ferroviarias en la parte interior del muro, estas sobrecargas no se tendrán en cuenta por ejercer un efecto estabilizados ante el deslizamiento y vuelco, quedando así del lado de la seguridad.

La siguiente tabla recoge las acciones y valor de sobrecarga de uso tenida en cuenta en el trasdós de cada uno de los tipos de muro.

Denom.	Tipología y función	Acciones	Sobrecarga uso
Muro M-1	Muro ménsula de contención de terraplén de hormigón. H<7.2 m	Carretera-IAP11	10 kN/m2
Muro M-2	Muro ménsula de contención de terraplén de hormigón. H<6 m	Carretera-IAP11	10 kN/m2
Muro M-3	Muro de contención de desmonte de escollera	Carretera-IAP11	10 kN/m2
Muro M-4	Muros guardabalasto de hormigón armado	Ferrocarril- IAPF08	30 kN/m2
Muro M-5	Muros de contención de explanadas de mercancías.	Carretera- IAP11 y ROM	20 kN/m2
Muro M-10	Muro escollera vía Mango Monforte	Ferrocarril- IAPF08	30 kN/m2

Sobrecarga de uso en puentes

DIVISIÓN DE LA PLATAFORMA DEL TABLERO EN CARRILES VIRTUALES

A efectos de aplicación de la IAP, 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. A efectos de la aplicación de la componente vertical de la sobrecarga de uso, la plataforma, de ancho w, se dividirá en n_v carriles virtuales, de anchura w_i 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 _v)	ANCHURA DEL CARRIL VIRTUAL (w _i)	ANCHURA DEL ÁREA REMANENTE
w < 5,4 m	n _v = 1	3 m	w - 3 m
5,4 m ≤ w < 6 m	n _v = 2	$\frac{w}{2}$	0
w ≥ 6 m	$n_v = \text{ent} \left(\frac{w}{3} \right)$	3 m	w - 3n _v

Al ser la anchura máxima de la arqueta de 1.60 m se considera que solo hay 1 carril virtual, sin área remanente.

CARGAS VERTICALES DEBIDO AL TRAFICO DE VEHICULOS

Se considerará la acción simultánea de las siguientes cargas:

- 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.

- 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.

- 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.

- 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 · 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



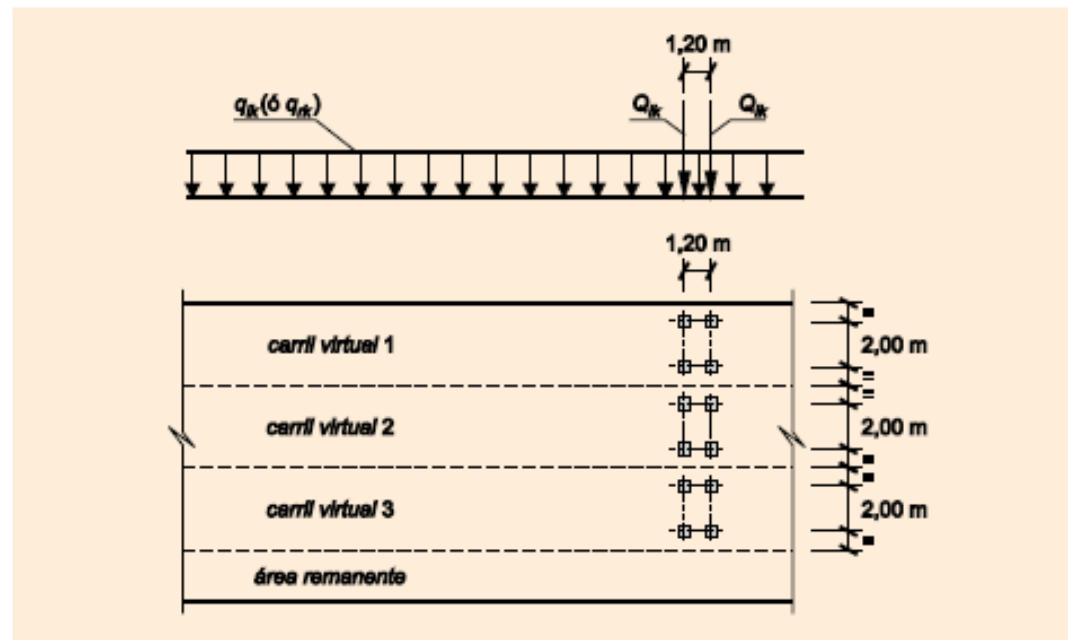


FIGURA 4.1-b DISTRIBUCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS Y SOBRECARGA UNIFORME

GRUPOS DE CARGAS DE TRÁFICO

La concomitancia de las distintas componentes de la sobrecarga de uso se tendrá en cuenta mediante la consideración de los grupos de carga de tráfico de la tabla 4.1-c.

TABLA 4.1-c GRUPOS DE CARGAS DE TRÁFICO. CONCOMITANCIA DE LAS DIFERENTES COMPONENTES DE LA SOBRECARGA DE USO

GRUPOS DE CARGAS ⁽¹⁾	PLATAFORMA					ACERAS
	CARGAS VERTICALES			FUERZAS HORIZONTALES		
	VEHÍCULOS PESADOS	SOBRECARGA UNIFORME	AGLOMERACIÓN DE PERSONAS	FRENADO Y ARRANQUE	FUERZA CENTRÍFUGA 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⁾ : $\psi_1 Q_k$	Valor reducido ⁽²⁾ : $\psi_1 q_k$	-	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

- FRENADO Y ARRANQUE.

Viento

En muros, al ser las estructuras enterradas o de altura reducida, no se han tenido en cuenta los efectos de cálculo de la acción del viento.

En puentes se calcula de acuerdo a la IAP-11.

Acciones térmicas

Al ser las estructuras enterradas y de longitud reducida, no se han tenido en cuenta los efectos de acciones térmicas en el cálculo.

En puentes se calcula de acuerdo a la IAP-11.

Para paramentos verticales, el empuje del viento o presión estática (q_e) se cuantifica a partir de los definidos en el artículo 3.3. del CTE DB SE-AE:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Se considera el caso de ángulo de incidencia del empuje más desfavorable, es decir, perpendicular a la superficie de la pantalla, y dada la configuración simétrica de la misma, una única hipótesis de sentido del empuje.

- Presión dinámica del viento, q_b

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

donde δ es la densidad del aire (1,25 kg/m³ para unas condiciones atmosféricas normales) y v_b es el valor básico de la velocidad que, para la zona de estudio, resulta de 29 m/s. De este modo, se obtiene un valor $q_b = 0,53 \text{ N/m}^2$.

- Coeficiente de exposición, c_e

El coeficiente c_e es función de las condiciones de exposición del elemento y de la altura del mismo sobre el terreno circundante. Para una categoría III (zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas) y con una altura máxima de coronación sobre rasante de 4 m, resulta un valor $c_e = 1,8$.

- Coeficiente eólico, c_p

El coeficiente c_p tiene en cuenta, tanto el coeficiente eólico de presión en la cara a sotavento (c_p) como el de succión en la cara a barlovento (c_s), y depende de la forma de elemento constructivo y su esbeltez. Para este caso se adopta un valor $c_p = 1,50$ (0,8 de presión y -0,7 de succión).

En definitiva, la presión de cálculo debida al empuje del viento es:

$$q_e = 0,53 \cdot 1,8 \cdot 1,5 = 1,43 \text{ kN/m}^2 \approx 143 \text{ kp/m}^2$$

Para pantallas fonoabsorbentes junto a la vía en servicio, para velocidades de circulación de vehículos superiores a 120 km/h y distancia a la pantalla de 3 m en campo abierto, la norma EN 1974-1 considera:

$$q = 800 \text{ Pa} = 0,80 \text{ kN/m}^2$$



Dicho valor resulta inferior al calculado para le empuje de viento en por lo que se adopta el valor más desfavorable, es decir, **1,43 kN/m²**.

Si calculamos de acuerdo a la IAPF-07, en su apartado 2.3.4.1 Superficies verticales junto a la vía,

2.3.4.1. Superficies verticales paralelas a la vía

La presión sobre cualquier superficie vertical paralela a la vía será:

$$q'_k = \pm k_1 k_2 q_{1k}$$

donde:

k_1 : Coeficiente que depende de las características aerodinámicas del tren. Se adopta:

$k_1 = 1,00$ para trenes poco aerodinámicos.

$k_1 = 0,85$ para trenes con superficie lateral lisa.

$k_1 = 0,60$ para trenes con forma aerodinámica (p.ej. de alta velocidad).

k_2 : Coeficiente función de la superficie. Se adopta:

$k_2 = 1,3$ para superficies de $h \leq 1,00$ m y de longitud $\leq 2,50$ m.

$k_2 = 1,0$ para los restantes casos.

q_{1k} : Presión de referencia (figura 2.16) definida por:

$$q_{1k} \text{ [kN/m}^2\text{]} = \left[\frac{2,5}{(a_g + 0,25)^2} + 0,02 \right] \cdot \frac{v^2}{1600} \quad (\text{con } a_g \geq 2,3\text{m})$$

a_g : Distancia del eje de la vía a la superficie, en [m].

v : Velocidad del tren, en [m/s].

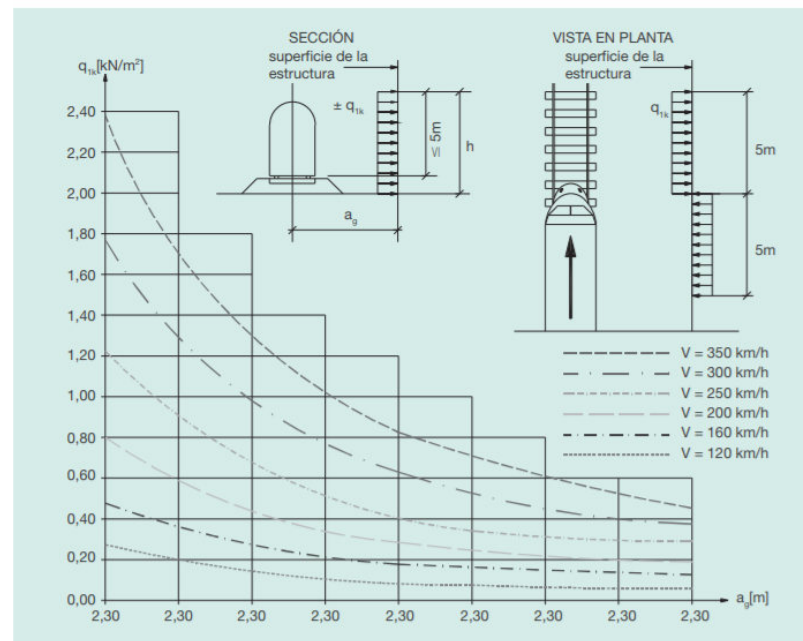


FIGURA 2.16. VALOR CARACTERÍSTICO DE LA PRESIÓN DE REFERENCIA q_{1k} PARA SUPERFICIES VERTICALES PARALELAS A LA VÍA.

Nieve

Al ser las estructuras enterradas y dada la cota de la ubicación del proyecto, no se han tenido en cuenta los efectos de acciones de nieve en el cálculo.

En puentes se calcula de acuerdo a la IAP.

3.3.1.5. Acciones accidentales

Acciones sísmicas

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

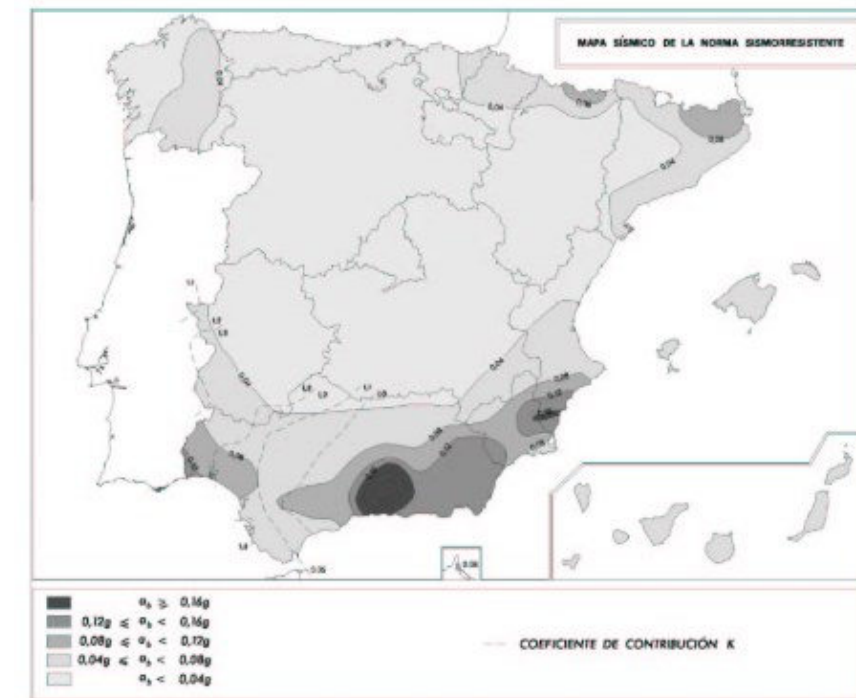
La Norma considera que una aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g no genera solicitaciones peores que las demás hipótesis de carga, dada la diferencia de coeficientes de seguridad y de acciones simultáneas que deben considerarse con el sismo.

Se define en el apartado 2.1. 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.

En este caso, para el término municipal de Salvaterra de Miño resulta:

$$a_b / g \leq 0,04, \text{ siendo } g \text{ la aceleración de la gravedad.}$$

Se incluye a continuación el mapa de peligrosidad sísmica recogido en la NCSE-02.



De acuerdo a los criterios de aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente, por ser la aceleración básica de cálculo inferior al valor 0,04 g en Salvaterra, no es preceptiva su aplicación para este proyecto.

3.4. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la Instrucción EHE relativos a las acciones a considerar en el proyecto de estructuras de hormigón.



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.

3.4.1.1. Acciones permanentes (G y G*)

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

3.4.1.2. 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:

3.5. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la EHE. 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.

3.5.1.1. 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 de valor no constante	Pretensado (P1), (3)	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Pretensado (P2), (4)	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$
	Reológicas	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$
	Acciones del terreno	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones variables. SC uso	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,35$	$\gamma_Q = 0,0$	$\gamma_Q = 1,0$
Acciones variables. Resto	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 0,0$	$\gamma_Q = 1,0$
Acciones accidentales			$\gamma_A = 1,0$	$\gamma_A = 1,0$

Se adoptará para el cálculo el resultado más desfavorable de los obtenidos aplicando los tres criterios aquí definidos.

3.5.1.2. 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 (P1)	$\gamma_G = 0,9$	$\gamma_G = 1,1$
	Pretensado (P2)	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Reológicas	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Acciones del terreno	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones variables	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,0$	

3.6. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la EHE.

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.

3.6.1.1. 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.

3.6.1.2. Estados Límites 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:

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



3.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.7.1. MATERIALES

Estructuras enterradas y muros

POSICION	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE - 08								
	MATERIALES	HORMIGÓN			ACERO B500 S				
	ELEMENTO	Nivel de Control	Coefficiente de Seguridad	Tipo de hormigón	Contenido mínimo de:	Máxima relación (a/c)	Cemento	Nivel de Control	Coefficiente de Seguridad
USO NO ESTRUCTURAL	HORMIGÓN DE LIMPIEZA	Normal	$\gamma_c=1,50$	HL-150/P/30	150 kg/m ³ cemento	0.65	CUALQUIERA	-	-
	HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL	Normal	$\gamma_c=1,50$	HNE-15/P/40	150 kg/m ³ cemento	0.65	CEM I	-	-
ENTERRADOS	POZOS DE CIMENTACIÓN	Normal	$\gamma_c=1,50$	HM 20/P/200/I	200 kg/m ³ cemento	0.65	CEM I	Normal	$\gamma_s=1,15$
	ZAPATAS / VIGAS / MUROS	Normal	$\gamma_c=1,50$	HA 30/P/20/IIIa	325 kg/m ³ cemento	0.50	CEM III/A, CEM III/B	Normal	$\gamma_s=1,15$
EXTERIOR	VIGAS / MUROS	Normal	$\gamma_c=1,50$	HA 30/P/12/IIIa	325 kg/m ³ cemento	0.50	CEM III/A, CEM III/B	Normal	$\gamma_s=1,15$
	SOLERAS	Normal	$\gamma_c=1,50$	HA 25/P/12/IIIa	325 kg/m ³ cemento	0.50	CEM III/A, CEM III/B	-	-
Periodo de vida útil tg=50 años. Compactación por vibrado	Recubrimientos:	horm. contra el terreno(IIa): 70mm cimentación(IIa): 50mm resto(IIIa): 35 mm			En elementos que están expuestos a diferentes ambientes en cada cara, el recubrimiento será el que corresponda a cada una de las caras.			EL ACERO A EMPLEAR DEBERÁ ESTAR CERTIFICADO CON SELLO DE CALIDAD HOMOLOGADO.	

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".

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"

3.7.2. 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

3.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

3.8.1.1. Puente

Se calcula con el software Autodesk Robot Structural Advanced, mediante un modelo de emparrillado plano para el cálculo de la estructura de vigas.

3.8.1.2. Muros

Se calcula mediante una hoja de cálculo que genera los empujes del terreno de acuerdo con el método de Coulomb y calcula coeficientes de seguridad a deslizamiento y vuelco y tensiones al terreno.

3.8.1.3. Software de cálculo

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de los siguientes programas informáticos de ordenador:

- Autodesk Robot Structural Advanced

- SAP 2000 de Computer Science Industries
- CYPECAD ESPACIAL, CYPE 3D, generador de pórticos, Muros de contención. de la empresa CYPE Ingenieros
- Tricalc v10
- Prontuario Informático del Hormigón estructural EHE 08, versión 3.1
- Prontuario informático de estructuras metálicas y mixtas. Versión 1.2.0.15
- Hojas de cálculo de elaboración propia.

4. PLAN DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS (EHE)

Conforme al artículo 103.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), en los proyectos de todo tipo de estructuras, en el marco de dicha instrucción, es obligatorio incluir un **Plan de Inspección y Mantenimiento**, que contenga, al menos, los siguientes puntos:

- 1.- Descripción de la estructura y de las clases de exposición de sus elementos.
- 2.- Vida útil considerada.
- 3.- Puntos críticos de la estructura, precisados de especial atención a efectos de inspección y mantenimiento.
- 4.- Periodicidad de las inspecciones. Véase cuadro de recomendaciones al final.
- 5.- Medios auxiliares para el acceso a las distintas zonas de la estructura, en su caso.
- 6.- Técnicas y criterios de inspección recomendados.
- 7.- Identificación y descripción, con el nivel adecuado de detalle, de la técnica de mantenimiento recomendada, donde se prevea dicha necesidad.

Cuando, en función de las características de la obra, exista reglamentación específica para su mantenimiento, ésta se aplicará conjuntamente con lo indicado en esta Instrucción.

A continuación se recogen los datos requeridos por el articulado.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN

La descripción de las estructuras, ambientes y vida útil son las definidas en el presente anejo en apartados anteriores.

4.2. PUNTOS CRÍTICOS DE LA ESTRUCTURA PRECISADOS DE ESPECIAL ATENCIÓN A EFECTOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO.

4.2.1. ARQUETAS EJECUTADAS IN SITU

USO

PRESCRIPCIONES

- Cuando se prevea una modificación del uso que pueda alterar las solicitaciones previstas, será necesario el dictamen de un técnico competente.
- En caso de quedar hierros al descubierto, las armaduras deberán protegerse con resinas sintéticas que aseguren la perfecta unión con el hormigón existente, nunca con yeso.



- Las reparaciones de pequeñas erosiones o humedades no persistentes, serán realizadas por profesional cualificado.
- Toda manipulación de gran entidad de estos elementos deberá realizarse bajo supervisión de un técnico competente.
- Si se observa la aparición de fisuras o grietas, se avisará a un técnico competente para que dictamine su importancia y, si procede, las medidas a tomar.
- En caso de aparición de manchas de óxido, se avisará a un técnico competente.

PROHIBICIONES

- No estarán expuestos a la humedad habitual ni a productos tóxicos o corrosivos.
- No se realizarán perforaciones ni oquedades.
- Está terminantemente prohibida toda manipulación (picado o perforado) que disminuya su sección resistente o deje las armaduras al descubierto. En este último caso, nunca se protegerán con yeso las armaduras.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

- Cada año:
 - Inspección visual, observando si aparecen fisuras o cualquier otro tipo de lesión.

4.2.2. MUROS

USO

PRECAUCIONES

- Se evitará el vertido sobre las caras exteriores de productos cáusticos y de agua procedente de escorrentía.
- Se evitará cualquier causa que someta los muros a humedad habitual y se repararán las fugas observadas en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.

PRESCRIPCIONES

- Si se observara la aparición de fisuras o humedades, daños en los selladores o cualquier otro tipo de lesión en los paneles o en las juntas, se deberá dar aviso a un técnico competente.
- Cualquier alteración apreciable debida a desplomes, fisuras o envejecimiento indebido será analizada por un técnico competente, que dictaminará su importancia y peligrosidad y, si es preciso, las reparaciones que deban realizarse.

PROHIBICIONES

- No se apoyarán objetos pesados ni se aplicarán esfuerzos perpendiculares a su plano.
- No se sujetarán elementos tales como cables, instalaciones, soportes o anclajes de rótulos, sobre paneles o sobre la estructura auxiliar, ya que pueden dañar los elementos o provocar entrada o depósitos de agua.
- No se modificará la fachada o sus componentes sin las autorizaciones pertinentes y la supervisión de un técnico competente.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

- Cada 5 años:
- Inspección visual de la fachada, observando si aparecen fisuras o humedades, roturas, deterioros, desprendimientos, daños en los sellantes o cualquier otro tipo de lesión en los paneles o en las juntas.

POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- Cada 5 años:
 - Limpieza de la suciedad debida a la contaminación y al polvo.
- Cada 10 años:
 - Inspección visual del sellado de las juntas entre paneles. En caso de deterioro, se retirará el sellado, se limpiarán los bordes de los paneles y se aplicará un nuevo sellado.

5. PUENTE PO-400

Se incluye en apéndice 1 el cálculo de la estructura.



APENDICES



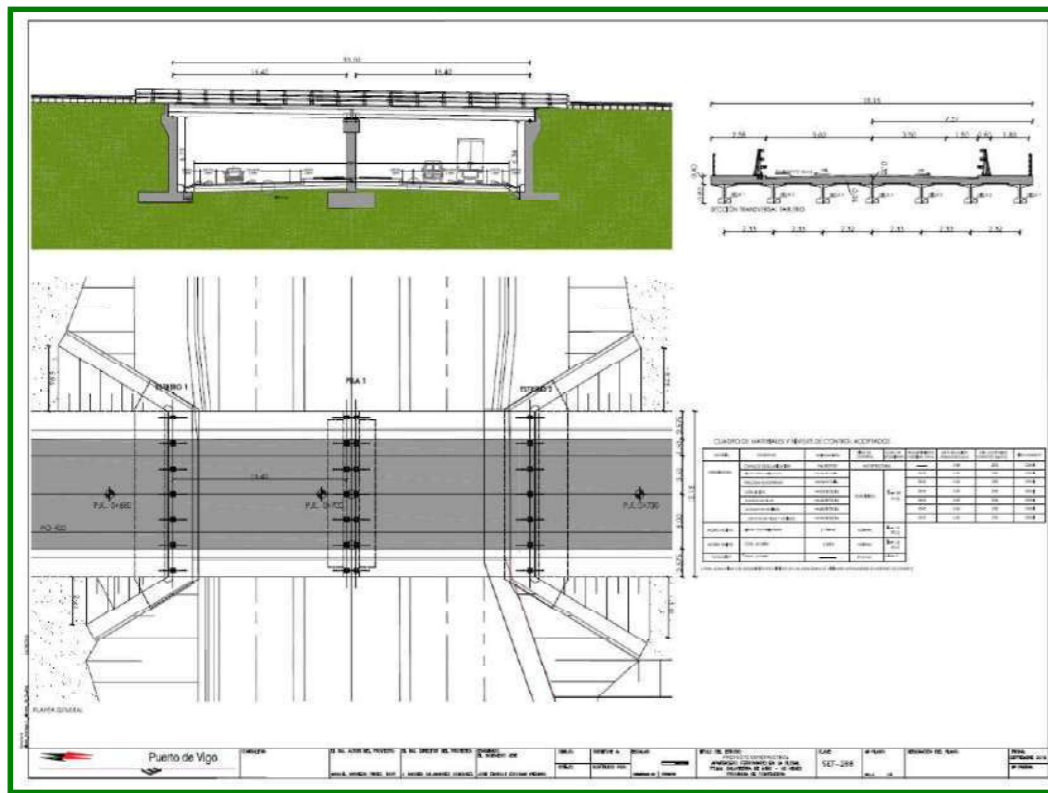


APENDICE Nº1. PUENTE PO-400





**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN:
 APARTADERO FERROVIARIO EN LA PLISÁN.
 TT.MM. SALVATERRA DE MIÑO - AS NEVES (PONTEVEDRA)**



PASO SUPERIOR PO-400- ANEJO DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

CONTROL DE REVISIONES

REVISIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1	23/11/2018	

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	7
3. BASES DE CÁLCULO	9
3.1 Normativa Aplicada	9
3.2 Método de los Estados Límite	11
3.3 Coeficientes de Ponderación de las Acciones	16
3.4 Coeficientes de Ponderación de Materiales y Geometría.....	19
3.5 Programas Informáticos y Utilidades de Cálculo	21
4. LOCALIZACIÓN, VIDA ÚTIL, DURABILIDAD Y MATERIALES.....	23
5. RESUMEN FINAL Y CONCLUSIONES.....	31
ANEJO Nº 1: ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO	33
ANEJO Nº 2: CÁLCULO DEL TABLERO.....	35
ANEJO Nº 3: REPARTO HORIZONTAL DE ACCIONES	37
ANEJO Nº 4: CÁLCULO DE PILAS	39
ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRIBOS	41
ANEJO Nº 6: PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA.....	43



1. INTRODUCCIÓN

El presente Documento supone el Anejo de Cálculo de Estructuras del "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: APARTADERO FERROVIARIO A LA PLISÁN. TT.MM. SALVATERRA DE MIÑO - AS NEVES (PONTEVEDRA)". El estudio se realiza por NETO Ingeniería en colaboración con GPO GROUP y GALAICONTROL.

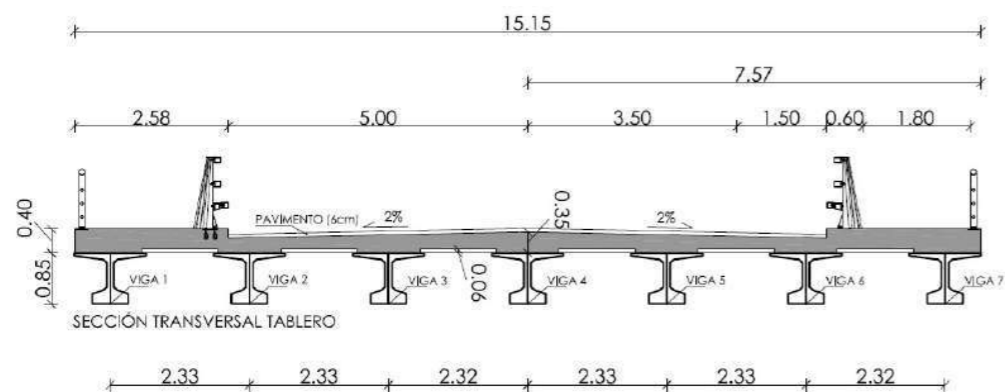
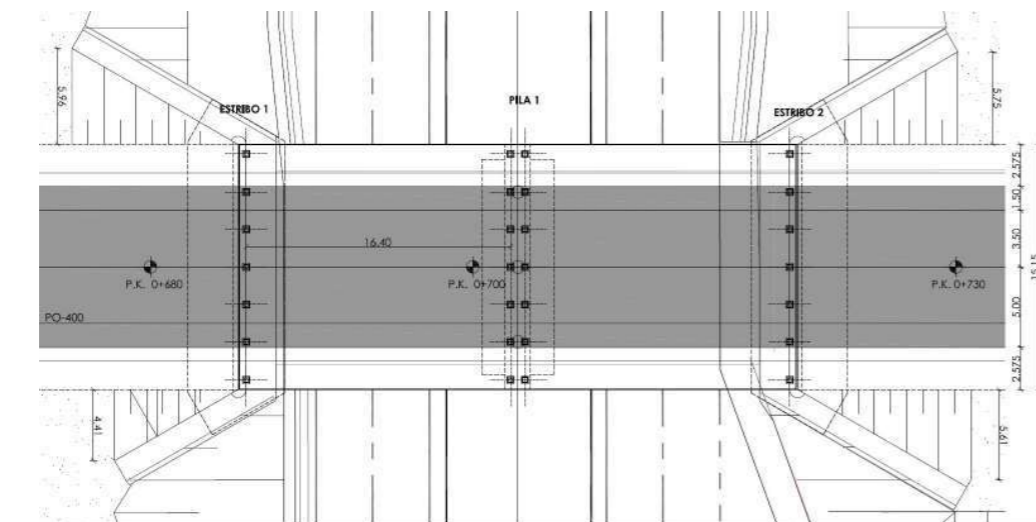
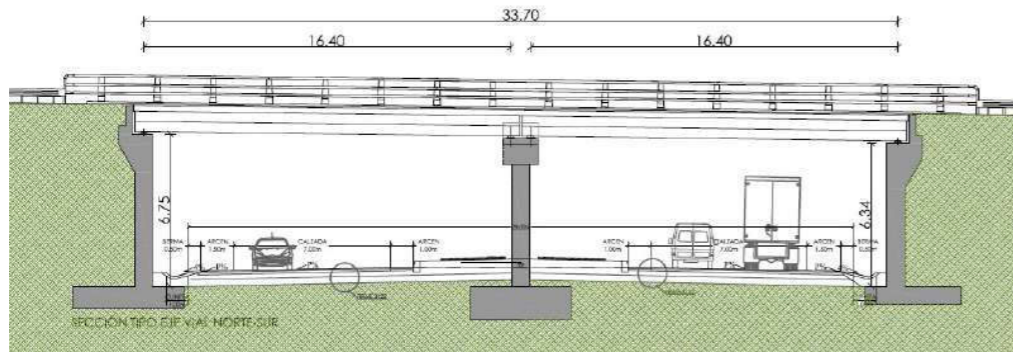
En él se definen las distintas soluciones adoptadas para la Estructura así como su cálculo de manera que se justifiquen, de acuerdo con la Normativa vigente y con suficientes garantías técnicas, los requisitos de Seguridad y Funcionalidad Estructural durante la Construcción y Uso previsto de la Estructura, considerando la totalidad de la vida útil de la misma:

- Se Describe de manera sucinta la Estructura objeto de este Anejo de Cálculo.
- Se plantean las Bases de Proyecto tenidas en cuenta a la hora de dimensionar la Estructura, indicando la Normativa vigente que se ha aplicado en el Diseño y Cálculo y que será de posterior aplicación durante su Construcción.
- Se describen los Programas Informáticos utilizados para llevar a cabo la Definición, Cálculo y Dimensionamiento de la Estructura.
- Se describen los Materiales que hayan sido contemplados para la Ejecución de la Estructura de acuerdo a la clasificación y exigencias establecidas por la Normativa aplicable. Además, se definen, para las diferentes partes de la Estructura, los requisitos de Durabilidad exigidos por la Normativa aplicable de manera que se garantice su capacidad para soportar, durante la Vida Útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta y que podrían llegar a provocar su degradación.
- Se definen las Acciones a considerar en el Proyecto de la Estructura de acuerdo a las establecidas por la Normativa aplicable.
- Por último se describe la Metodología seguida para llevar a cabo el cálculo de la Estructura así como las diferentes comprobaciones realizadas para los distintos elementos estructurales y se muestran los listados de entrada de datos y resultados obtenidos.



2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

En las imágenes siguientes se muestra la Definición General de la Estructura objeto de este Anejo de Cálculo:



Definición General: Alzado, Planta y Sección Tipo

A continuación se resumen las características fundamentales de la Obra de Paso:

* Tipología Estructural:

Puente con Tablero Isostático de Vigas Prefabricadas tipo Doble T

Estribo 1 y 2: Estribo Cerrado de HA ejecutado in situ con Muro en Vuelta y Aletas en Ménsula en continuidad para contener el derramoe de tierras de la Plataforma.

Cimentación de Estribos 1 y 2: Superficial mediante Zapatas

Pila 1: Pórtico con Pilares de fuste circular y Dintel recto de sección Rectangular, para materializar apoyo de las vigas del tablero.

Cimentación de Pila 1: Superficial mediante Zapatas

* Datos Geométricos Principales:

Nº de Vanos: 2

Luces del Puente (m): 16,40 - 16,40

Anchura Superior del Tablero (m): 15,15

Distribución del Ancho (m): 1,80 - 0,60 - 1,50 - 2@3,50 - 1,50 - 0,60 - 1,80

Canto Total del Tablero (m): 1,10 (h/l 1/14,9)

Canto de Losa In Situ (m): 0,25

Canto de Vigas Prefabricadas (m): 0,85 (h/l 1/19,3)

Nº de Vigas Prefabricadas: 7

Separación entre Vigas Prefabricadas (m): 7@2,325

Voladizos Laterales del Tablero (m): 0,00 - 0,00



3. BASES DE CÁLCULO

3.1 Normativa Aplicada

Como Acciones sobre la Estructura se han considerado las siguientes:

- Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (**IAP-11**). Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 2012.

Para la determinación de las Acciones Sísmicas se ha seguido:

- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (**NCSP-07**). Ministerio de Fomento. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 2008.

A la hora de Comprobar y Dimensionar secciones y piezas de Hormigón Armado/Pretensado, se ha seguido:

- Instrucción de Hormigón Estructural (**EHE-08**). Ministerio de Fomento. Secretaría General Técnica. 2010.

En cuanto a las Cimentaciones se ha seguido:

- Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera, 3ª Ed. (**GCOC**). Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 2009.

En lo que respecta a Elementos Funcionales y Auxiliares se ha seguido:

- Nota Técnica sobre Aparatos de Apoyo para Puentes de Carretera. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Dirección General de Carreteras. 1995.
- Norma Europea. Apoyos Estructurales. Parte 3: Apoyos Elastoméricos (UNE-EN 1337-3). AENOR: 2005.
- Nota de Servicio sobre Losas de Transición en Obras de Paso. Dirección General de Carreteras. 1992.
- Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 2014.

Otras Normativas consideradas:

- Orden Circular 11/2002 sobre Criterios a tener en cuenta en el Proyecto y Construcción de Puentes con Elementos Prefabricados de Hormigón Estructural.
- Recomendaciones para la Realización de Pruebas de Carga de Recepción en Puentes de Carretera. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 1999.



3.2 Método de los Estados Límite

La seguridad de una Estructura frente a un riesgo puede ser expresada en términos de la probabilidad de fallo, caracterizada por un valor del índice de fiabilidad.

En este Documento, de acuerdo con la Normativa vigente, se comprueba la Estructura objeto del Proyecto mediante un Análisis Estructural y se asegura la fiabilidad requerida adoptando el "Método de los Estados Límite".

Se definen como "Estados Límite" aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguno de los requisitos de para los que ha sido proyectada.

Los estados límite se clasifican en:

- Estados Límite Últimos (ELU)
 - *ELU de equilibrio (EQU)*, por pérdida de estabilidad estática de una parte o del conjunto de la estructura, considerada como un cuerpo rígido. Se caracteriza por que pequeñas variaciones en el valor o en la distribución espacial de acciones con un mismo origen resultan significativas y por que la resistencia de los materiales estructurales o del terreno no son en general determinantes.
 - *ELU de rotura (STR)*, por agotamiento resistente o deformación plástica excesiva, donde la resistencia de los materiales estructurales es determinante.
 - *ELU de fatiga (FAT)*, relacionado con los daños que pueda sufrir una estructura o cualquiera de sus elementos como consecuencia de solicitaciones variables repetidas.
- Estados Límite de Servicio (ELS)
 - *ELS de fisuración* que afecte a la durabilidad o estética del puente.
 - *ELS de deformación* que afecte a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que cause daño a elementos no estructurales.
 - *ELS de vibraciones* que no sean aceptables para los usuarios del puente o que puedan afectar a su funcionalidad o provocar daños en elementos no estructurales.
 - *ELS de plastificaciones* en zonas localizadas de la estructura que puedan provocar daños o deformaciones irreversibles.
 - *ELS de deslizamiento* en uniones mediante tornillos de alta resistencia

Debe comprobarse que una estructura no supere ninguno de los Estados Límite anteriormente definidos, para cualquiera de las situaciones de proyecto indicadas a continuación, considerando los valores de cálculo de las acciones, de las características de los materiales y de los datos geométricos.

Como Situaciones de Proyecto a considerar se encuentran las siguientes:

- Situaciones Persistentes, que corresponden a las condiciones de uso normal de la estructura.
- Situaciones Transitorias, como son las que se producen durante la construcción o reparación de la estructura.
- Situaciones Accidentales, que corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura.
- Situaciones Sísmicas, que corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura durante un evento sísmico.

El procedimiento de comprobación, para cierto Estado Límite, consiste en deducir, por una parte, el efecto de las acciones aplicadas a la estructura o parte de ella y, por otra, la respuesta de la estructura para la situación límite en estudio. El Estado Límite quedará garantizado si se verifica, con una fiabilidad aceptable, que la capacidad de respuesta estructural no resulta inferior al efecto de las acciones aplicadas.

La denominación de Estados Límite Últimos engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella. En la comprobación de los Estados Límite Últimos se debe satisfacer la condición:

$$Ed \leq Rd$$

Ed: Valor de cálculo del Efecto de las acciones.

Rd: Valor de cálculo de la Resistencia correspondiente.

Para la evaluación del Estado Límite Último de Equilibrio se debe satisfacer la condición:

$$Ed,desestab \leq Ed,estab$$

Ed,estab: Valor de cálculo de los efectos de las Acciones Estabilizadoras.

Ed,desestab: Valor de cálculo de los efectos de las Acciones Desestabilizadoras.

Se incluyen bajo la denominación de Estados Límite de Servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad, de durabilidad o de aspecto requeridos.



Los ELS se pueden clasificar en Reversibles (dejan de ser superados cuando desaparece la acción que los provoca) e Irreversibles (aquellos que una vez superados se mantienen de forma permanente incluso si se elimina la acción que los ha provocado).

En la comprobación de los Estados Límite de Servicio se debe satisfacer la condición:

$$E_d \leq C_d$$

E_d : Valor de cálculo del Efecto de las acciones.

C_d : Valor Límite Admisible para el estado límite a comprobar.

Según el Estado Límite a estudiar y para cada una de las Situaciones de Proyecto consideradas se establecerán las posibles Combinaciones de Acciones. Una Combinación de Acciones consiste en un conjunto de acciones compatibles que se considerarán actuando simultáneamente para una comprobación determinada.

Las Acciones a considerar pueden clasificarse dentro de los siguientes grupos:

- Acciones Permanentes (G): son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición para una situación de proyecto determinada.
- Acciones Permanentes de Valor No Constante (G^*): son aquellas que actúan en todo momento pero cuya magnitud no es constante y varía de forma monótona.
- Acciones Variables (Q): son acciones externas a la estructura que pueden actuar o no, y, si lo hacen, pueden tener diferentes valores.
- Acciones Accidentales (A): son aquellas cuya probabilidad de actuación a lo largo de la vida útil de la estructura es pequeña pero presentan una magnitud importante. Los efectos Sísmicos pueden considerarse dentro de este tipo.

Cada combinación, como norma general, estará formada por las Acciones Permanentes, una Acción Variable Determinante y una o varias Acciones Variables Concomitantes. A priori cualquiera de las acciones variables puede ser determinante.

Para los Estados Límite Últimos, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con las siguientes expresiones:

En Situaciones Persistentes o Transitorias:

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

donde:

- $G_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente
- $G_{k,m}^*$ valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$ valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante
- γ_G, γ_Q coeficientes parciales

En Situaciones Accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} G_{k,m}^* + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} + A_d$$

donde:

- $G_{k,j}$ valor representativo de cada acción permanente
- $G_{k,m}^*$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante
- $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ valor frecuente de la principal acción variable concomitante con la acción accidental
- $\psi_{2,i} Q_{k,i}$ valor casi-permanente del resto de las acciones variables concomitantes
- A_d valor de cálculo de la acción accidental

En Situaciones en las que actúa la Acción Sísmica:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} G_{k,m}^* + \psi_{2,1} Q_{k,1} + A_{Ed}$$

donde:

- $G_{k,j}$ valor representativo de cada acción permanente
- $G_{k,m}^*$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante
- $\psi_{2,1} Q_{k,1}$ valor casi-permanente de la sobrecarga de uso (según tabla 6.1-a)
- A_{Ed} valor de cálculo de la acción sísmica



Para los Estados Límite de Servicio se consideran únicamente las Situaciones de Proyecto Persistentes y Transitorias. En estos casos, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con las siguientes expresiones:

Combinación Característica, Poco Probable o Rara:

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

Combinación Frecuente:

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

Combinación Cuasipermanente:

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

3.3 Coeficientes de Ponderación de las Acciones

El Valor Característico de una Acción es su valor de referencia a efectos de Proyecto. Éste puede venir fijado por un valor medio, un valor nominal o, mediante criterios estadísticos, por un valor correspondiente a una determinada probabilidad de no ser superado durante un período de referencia determinado.

El Valor Representativo de una Acción es el valor de la misma utilizado para la comprobación de los diferentes Estados Límite. Viene determinado por su valor característico F_k o éste afectado de un coeficiente de simultaneidad ψ_i .

-> Para las Acciones Permanentes, el valor representativo es igual a su Valor Característico.

En el caso del Peso del pavimento, tuberías u otros servicios soportados por la Estructura, se tomarán dos valores característicos (MÍN y MÁX,).

Para las Acciones Permanentes de Valor no Constante, el valor característico será el correspondiente al instante "t" en el que se realiza la comprobación.

-> Para las Acciones Variables, dependiendo del tipo de Estructura y de las Acciones que se consideren, pueden existir los siguientes Valores Representativos:

Valor de Combinación $\psi_0 \cdot Q_k$: Valor Representativo de las Acciones Variables que actúan simultáneamente con otra acción variable, considerada determinante, en combinaciones poco probables.

Valor Frecuente $\psi_1 \cdot Q_k$: Valor Representativo de la Acción Variable que sólo es sobrepasado durante períodos de corta duración respecto de la vida útil de la Estructura.

Valor Cuasi-Permanente $\psi_2 \cdot Q_k$: Valor Representativo de la Acción Variable que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil de la Estructura.

-> En general, para las Acciones Accidentales, el valor representativo es igual a su Valor Característico.



En el presente proyecto se adoptarán para los coeficientes de simultaneidad ψ_i los siguientes valores:

TABLA 6.1-a FACTORES DE SIMULTANEIDAD ψ

ACCIÓN		ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Sobrecarga de uso	Vehículos pesados	0,75	0,75	0	
	gr 1, Cargas verticales	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	$Q_{Sn,k}$	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 ψ_2 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.

El Valor de Cálculo de una Acción es el obtenido como producto del Valor Representativo por un Coeficiente Parcial de Seguridad para la Acción γ_F . Los coeficientes tendrán valores diferentes según la Situación de Proyecto de que se trate y del Estado Límite objeto de comprobación:

En el presente proyecto se adoptarán como coeficientes parciales para las acciones en las comprobaciones de los Estados Límite Últimos:

TABLA 6.2-b COEFICIENTES PARCIALES PARA LAS ACCIONES γ_F (PARA LAS COMPROBACIONES RESISTENTES)

ACCIÓN	EFECTO		
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35
Permanente de valor no constante (G*)	Pretensado P_1	1,0	1,0 / 1,2 ⁽¹⁾ / 1,3 ⁽²⁾
	Pretensado P_2	1,0	1,35
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,35
	Empuje del terreno	1,0	1,5
	Asientos	0	1,2 / 1,35 ⁽³⁾
Variable (Q)	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,35
	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5
	Acciones climáticas	0	1,5
	Empuje hidrostático	0	1,5
	Empuje hidrodinámico	0	1,5
	Sobrecargas de construcción	0	1,35

- (1) El coeficiente $\gamma_G = 1,2$ 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 tasar.
- (2) El coeficiente $\gamma_G = 1,3$ 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 $\gamma_G = 1,35$ corresponde a una evaluación de los efectos de los asientos mediante un cálculo elasto-plástico, mientras que el valor $\gamma_G = 1,2$ corresponde a un cálculo elástico de esfuerzos.



En el presente proyecto se adoptarán como coeficientes parciales para las acciones en las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio:

TABLA 6.2-c COEFICIENTES PARCIALES PARA LAS ACCIONES γ_F (ELS)

ACCIÓN	EFECTO		
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,0
Permanente de valor no constante (G*)	Pretensado P_1	0,9 ⁽¹⁾	1,1 ⁽¹⁾
	Pretensado P_2	1,0	1,0
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,0
	Empuje del terreno	1,0	1,0
	Asientos	0	1,0
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,0
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,0
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,0
	Empuje hidrostático	0	1,0
	Empuje hidrodinámico	0	1,0
	Sobrecargas de construcción	0	1,0

(1) 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.

3.4 Coeficientes de Ponderación de Materiales y Geometría

Los valores de cálculo de las Propiedades de los Materiales (R_d) se obtienen dividiendo los valores característicos (R_k) por un Coeficiente Parcial de Seguridad para la Resistencia (γ_M):

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Los valores de los coeficientes parciales para la resistencia en la comprobación de los Estados Límite Últimos son los que se indican a continuación:

Tabla 15.3 Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo y activo γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

Para la comprobación de los Estados Límite de Servicio se adoptarán como Coeficientes Parciales para la resistencia valores iguales a la Unidad (1.00).

Se adoptarán como Valores Característicos y de Cálculo de los datos geométricos, los valores nominales definidos en las Normas de Productos o en la Documentación de Proyecto:

$$a_k = a_d = a_{nom}$$

En algunos casos, cuando las imprecisiones relativas a la geometría tengan un efecto significativo sobre la resistencia de la Estructura, se tomará como Valor de Cálculo de los datos geométricos el siguiente:

$$a_d = a_{nom} + \Delta a$$

Donde Δa deberá tener en cuenta las posibles desviaciones desfavorables de los valores nominales y estará definido de acuerdo con las tolerancias establecidas en el Proyecto. El valor de Δa puede ser tanto negativo como positivo.



3.5 Programas Informáticos y Utilidades de Cálculo

Para el Cálculo Lineal y No Lineal de la estructura se ha utilizado el programa de Elementos Finitos 3D Robot Structural Analysis Professional (v2018) de Autodesk.

Para Cálculos a Nivel Seccional se han empleado:

- Prontuario Informático de las Estructuras Metálicas y Mixtas PIEM (v1.2.0.15).
- Prontuario Informático del Hormigón Estructural_EHE-08 (v3.1).

Además se utilizan diversas Aplicaciones y Hojas de Cálculo desarrolladas por el Proyectista.

Tanto los datos de partida como los resultados obtenidos son siempre verificados a través de comprobaciones manuales aproximadas que justifiquen los órdenes de magnitud.



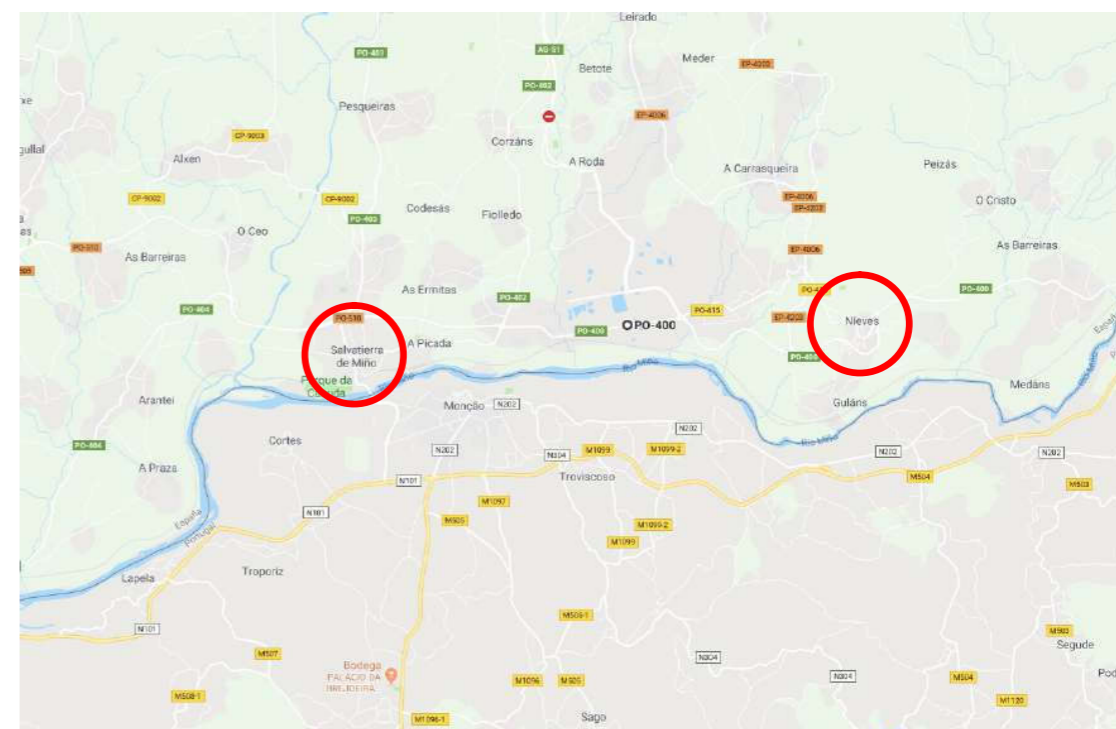
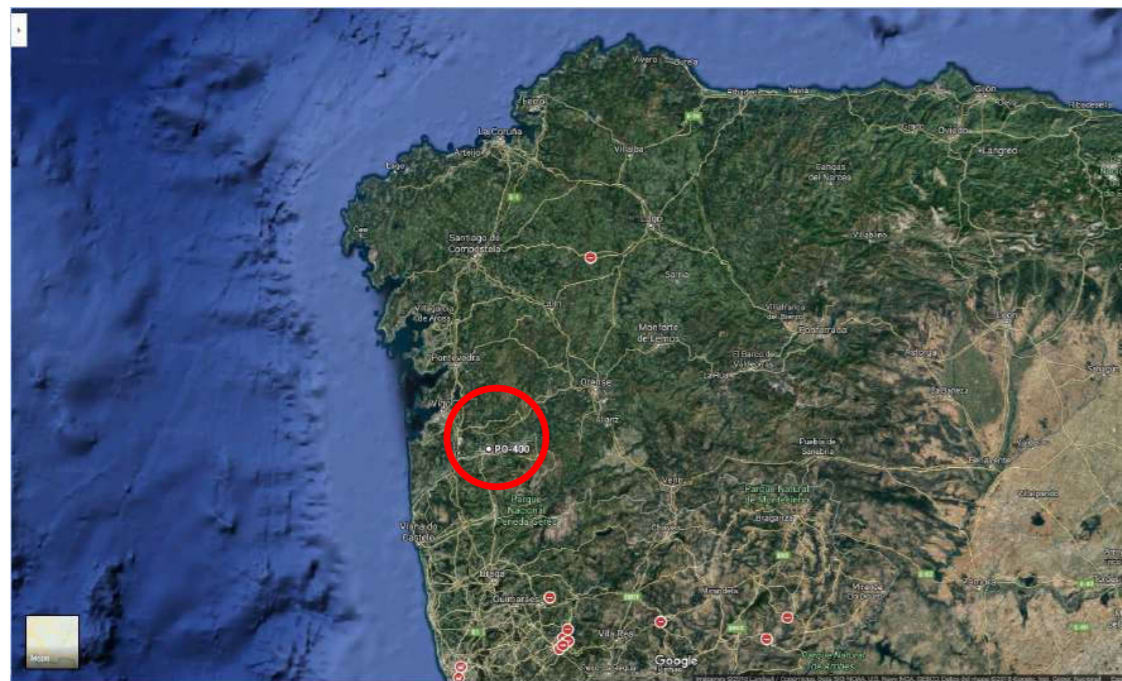
4. LOCALIZACIÓN, VIDA ÚTIL, DURABILIDAD Y MATERIALES

La Vida Útil de una Estructura se corresponde con el período de tiempo, a partir de la fecha de finalización de su ejecución, durante el cual debe cumplir la función para la que fue construida, contando siempre con un mantenimiento y conservación adecuadas pero sin requerir operaciones significativas de rehabilitación.

Para los Puentes de Carretera se establece una Vida Útil de Proyecto de **CIENT (100) años.**

A continuación se identifica y define el Tipo de Ambiente que caracterizará la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural:

> Localización de la Estructura de Proyecto:



Salvaterra de Miño	
País	España
Com. autónoma	Galicia
Provincia	Pontevedra
Comarca	Condado
Ubicación	42°04'59"N 8°29'53"O
Altitud	150 metros msnm

Ubicación de Salvaterra de Miño en España.

Ubicación de Salvaterra de Miño en la provincia de Pontevedra.

As Neves	
País	España
Com. autónoma	Galicia
Provincia	Pontevedra
Comarca	El Condado
Partido judicial	Puentearreas
Ubicación	42°05'17"N 8°24'54"O
Altitud	630 msnm

Ubicación de Neves en España.

Ubicación de Neves en la provincia de Pontevedra.



1) Clases de Exposición Ambiental (EHE-08):

http://www.mfom.es/mfom.cea.web/pg_default.aspx?lang=es-ES

a) CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN: **IIa**

MUNICIPIO : SALVATERRA DE MIÑO ; CLASE : **IIa** .

Selecciona municipio

Municipio: Salvaterra de Miño

Ver información Añadir al Informe

Recubrimientos mínimos Relación a/c Resistencias mínimas

Recubrimiento mínimo (mm) para la Clase de exposición IIa

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	Tipo de cemento	Vida útil de proyecto	
		50 años	100 años
25 <= f _{ck} < 40	CEM I	15	25
f _{ck} >= 40		10	20
25 <= f _{ck} < 40	Otros tipos de cemento o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	20	30
f _{ck} >= 40		15	25

Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de Hormigón	Clase de Exposición
		IIa
máxima relación a/c	masa	-
	armado	0.60
	pretensado	0.60
mínimo contenido de cemento cemento (kg/m ³)	masa	-
	armado	275
	pretensado	300

Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad

Parámetro de dosificación	Tipo de Hormigón	Clase de Exposición
		IIa
resistencia mínima [N/mm ²]	masa	-
	armado	25
	pretensado	25

MUNICIPIO : NEVES (AS) ; CLASE : **IIa** .

Selecciona municipio

Municipio: Neves (As)

Ver información Añadir al Informe

Recubrimientos mínimos Relación a/c Resistencias mínimas

Recubrimiento mínimo (mm) para la Clase de exposición IIa

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	Tipo de cemento	Vida útil de proyecto	
		50 años	100 años
25 <= f _{ck} < 40	CEM I	15	25
f _{ck} >= 40		10	20
25 <= f _{ck} < 40	Otros tipos de cemento o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	20	30
f _{ck} >= 40		15	25

Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de Hormigón	Clase de Exposición
		IIa
máxima relación a/c	masa	-
	armado	0.60
	pretensado	0.60
mínimo contenido de cemento cemento (kg/m ³)	masa	-
	armado	275
	pretensado	300

Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad

Parámetro de dosificación	Tipo de Hormigón	Clase de Exposición
		IIa
resistencia mínima [N/mm ²]	masa	-
	armado	25
	pretensado	25

2) Valores Climatológicos Normales (AEMET):

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>

Valores climatológicos normales. Pontevedra

Periodo: 1985-2010 - Altitud (m): 108
 Latitud: 42° 26' 18" N - Longitud: 8° 36' 57" O - Posición: Ver localización

Exportar a csv

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	9.6	12.9	6.3	178	77	14.3	0.1	1.3	2.0	0.6	6.5	103
Febrero	10.4	14.2	6.5	133	72	11.3	0.0	0.8	1.8	0.4	6.1	123
Marzo	12.4	16.9	7.8	120	68	11.2	0.0	1.1	1.5	0.2	7.5	181
Abril	13.0	17.6	8.4	143	69	14.2	0.0	1.2	1.9	0.0	5.7	203
Mayo	15.8	20.6	10.9	118	69	12.0	0.0	2.2	1.9	0.0	5.2	238
Junio	18.6	23.8	13.4	64	67	7.0	0.0	0.8	2.6	0.0	9.2	262
Julio	20.4	25.9	14.9	44	67	5.1	0.0	0.7	3.1	0.0	12.7	294
Agosto	20.6	26.0	15.2	56	68	5.5	0.0	0.8	3.7	0.0	10.8	279
Septiembre	18.8	23.7	13.8	95	72	8.4	0.0	0.9	4.2	0.0	9.2	224
Octubre	15.7	19.6	11.7	224	76	13.6	0.0	1.5	3.1	0.0	6.1	145
Noviembre	12.1	15.4	8.7	222	78	14.1	0.0	1.3	2.7	0.0	6.0	104
Diciembre	10.3	13.4	7.1	216	77	14.4	0.0	1.2	2.9	0.5	7.2	91
Año	14.8	19.2	10.4	1613	72	131.3	0.2	13.9	31.9	1.8	92.5	-

Valores climatológicos normales. Vigo Aeropuerto

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 261
 Latitud: 42° 14' 19" N - Longitud: 8° 37' 26" O - Posición: Ver localización

Exportar a csv

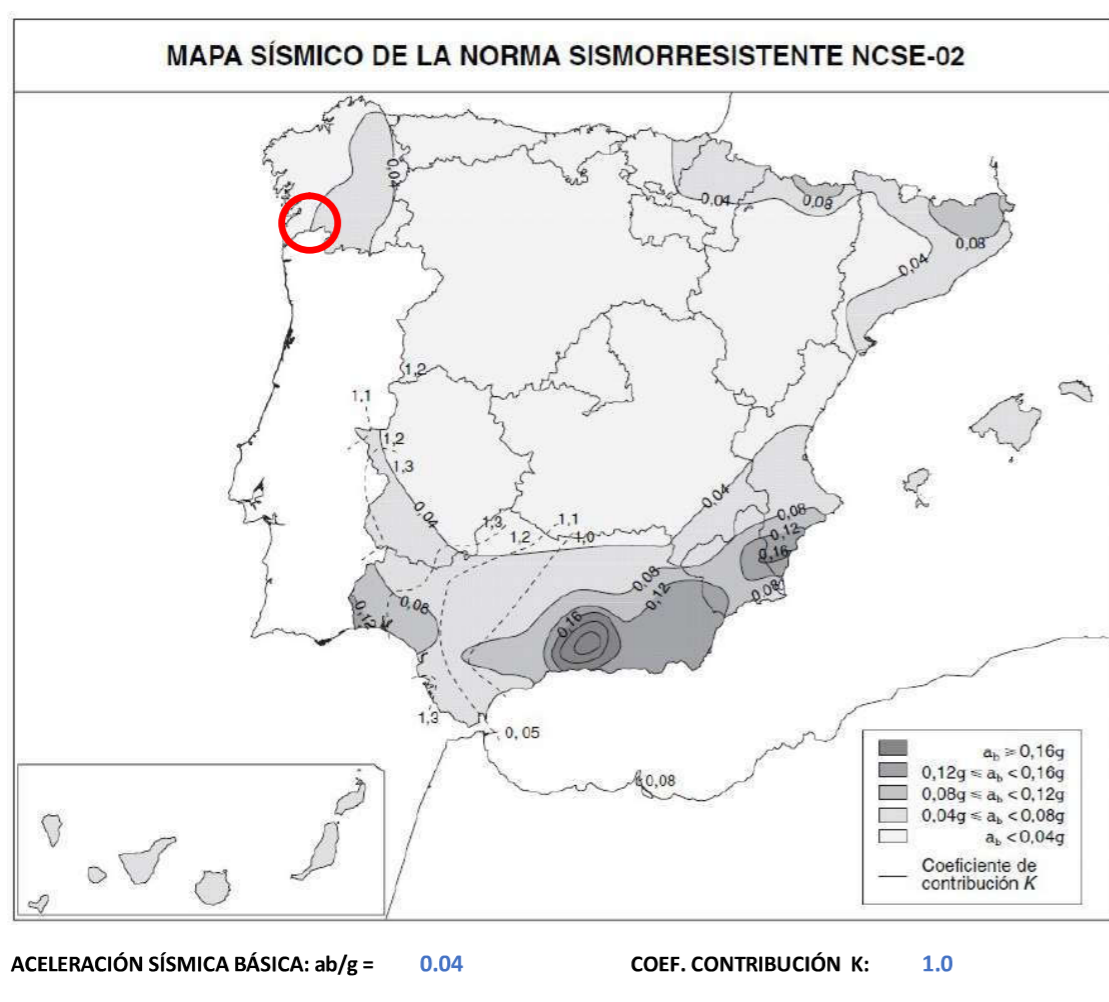
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	8.6	11.9	5.4	208	84	14.0	0.1	1.1	10.9	1.7	6.3	114
Febrero	9.6	13.3	5.8	162	78	11.7	0.2	0.8	7.3	0.9	5.9	131
Marzo	11.5	15.7	7.3	141	73	11.6	0.1	0.7	7.2	0.3	7.4	178
Abril	12.4	16.6	8.2	157	73	13.5	0.0	1.9	7.0	0.0	5.0	193
Mayo	14.6	18.8	10.4	127	73	12.4	0.0	2.6	8.2	0.0	5.0	228
Junio	17.9	22.5	13.2	62	71	6.9	0.0	1.1	7.6	0.0	9.4	273
Julio	19.6	24.4	14.8	44	71	5.0	0.0	0.8	9.0	0.0	11.7	296
Agosto	19.8	24.7	15.0	45	71	4.7	0.0	0.9	9.5	0.0	11.8	287
Septiembre	18.3	22.8	13.8	102	74	7.8	0.0	0.9	9.1	0.0	9.1	212
Octubre	15.0	18.8	11.2	231	81	13.1	0.0	1.4	10.8	0.0	5.5	154
Noviembre	11.5	14.9	8.2	246	84	13.1	0.0	1.2	10.7	0.1	5.0	112
Diciembre	9.3	12.4	6.3	262	84	15.1	0.1	1.8	11.1	0.8	6.8	101
Año	14.0	18.0	9.9	1791	77	129.2	0.5	15.3	107.4	3.8	88.9	2269

Leyenda

- T: Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM: Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm: Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R: Precipitación mensual/anual media (mm)
- H: Humedad relativa media (%)
- DR: Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN: Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT: Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF: Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH: Número medio mensual/anual de días de helada
- DD: Número medio mensual/anual de días despejados
- I: Número medio mensual/anual de horas de sol



3) Peligrosidad Sísmica (NCSP-07):



NOTA 1: El Municipio de Salvaterra de Miño se encuentra localizado en una zona cuya $a_b < 0.04g$, por lo que NO resulta necesario considerar las Acciones Sísmicas para el cálculo de la Estructura.

NOTA 2: El Municipio de As Neves se encuentra localizado en una zona cuya $a_b = 0.04g$, por lo que resulta necesario considerar las Acciones Sísmicas para el cálculo de la Estructura.

NOTA 3: El Perfil Estratigráfico en la Ubicación de la Estructura resulta:

- 0 - 20 m: Suelo Granular Denso (TIPO II)
- 20 - 30m: Granular Muy Denso/Roca (TIPO I)

2) ACCELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO

$\rho = 1.00$

- construcciones de importancia normal $\rho = 1,0$.
- construcciones de importancia especial $\rho = 1,3$.

$C = 1.2$

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando.

Tipo de terreno	Coefficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1, e_2, e_3 y e_4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i , en metros, mediante la expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

$S = 0.96$

ACCELERACIÓN SÍSMICA CÁLCULO: $a_c/g = 0.038$

NOTA: Con estas premisas la aceleración de cálculo (a_c) resulta inferior a $0.04g$ por lo que NO RESULTA NECESARIO considerar la Acción Sísmica en el cálculo de la Estructura.



c) CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL ADOPTADOS

MATERIAL	ELEMENTOS	DESIGNACION	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO NOMINAL (mm)	MÁX. RELACIÓN AGUA/CEM (e/c)	MIN. CONTENIDO CEMENTO (kg/m ³)	TIPO CEMENTO
HORMIGONES	CAPAS DE REGULARIZACIÓN	HL-150/P/20	NO ESTRUCTURAL		—	0.65	200	CEM I
	VIGAS PREFABRICADAS	HP-90/T/12/1e	ESTADÍSTICO	$\gamma_c=1.50$ (E.L.U.)	20+0	0.60	300	CEM I
	PRELOSAS ENCOFRADO	HP-36/P/12/1e			25+0	0.60	300	CEM I
	LOSA IN SITU	HA-25/B/20/1e			25+5	0.60	275	CEM I
	ALZADO DE PILAS	HA-30/B/20/1e			25+5	0.60	275	CEM I
	ALZADO DE ESTRIBOS	HA-25/B/20/1e			25+5	0.60	275	CEM I
ZAPATAS DE PILAS Y ESTRIBOS	HA-25/B/20/1e	25+5			0.60	275	CEM I	
ACERO ACTIVO	VIGAS PREFABRICADAS	Y 1880 S7	NORMAL	$\gamma_s=1.15$ (E.L.U.)				
ACERO PASIVO	TODA LA OBRA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$ (E.L.U.)				
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	—	INTENSO	S/AP-11				

— PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO



5. RESUMEN FINAL Y CONCLUSIONES

El presente Documento supone el Anejo de Cálculo de Estructuras del "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: APARTADERO FERROVIARIO A LA PLISÁN. TT.MM. SALVATERRA DE MIÑO - AS NEVES (PONTEVEDRA)". El estudio se realiza por NETO Ingeniería en colaboración con GPO GROUP y GALAICONTROL.

Con todo lo expuesto en el Documento, de acuerdo al leal saber y entender del Autor, se consideran suficientemente justificadas tanto la Solución Técnica adoptada como el Cálculo Estructural de la misma. Queda por tanto el Documento gustosamente sometido a aprobación por cualquier otro Sujeto de experiencia mejor fundada.

En A Coruña, 23 de NOVIEMBRE de 2018.



David Marcos Fraguela

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos





PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO



PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO

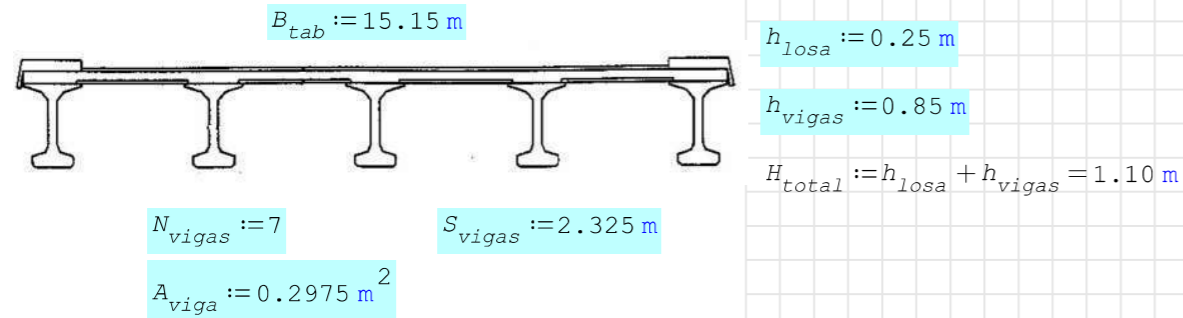
ANEJO Nº 1: ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO



1. ACCIONES PERMANENTES SOBRE EL TABLERO (G)

1.1 PESO PROPIO

Esta acción se corresponde con el peso de los Elementos ESTRUCTURALES y su valor característico se deduce de las dimensiones de los elementos especificados en los planos y de pesos específicos correspondientes.



Peso de VIGAS Prefabricadas: $W_{vigas} := A_{viga} \cdot 25.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 7.44 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Peso de LOSA Tablero: $W_{losa} := h_{losa} \cdot 25.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 6.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

1.2 CARGAS MUERTAS

Son las debidas a los Elementos NO ESTRUCTURALES que gravitan sobre los estructurales.

El espesor máximo de Pavimento Bituminoso Proyectado será: $e_{pav} := 6.0 \text{ cm}$

$B_{plat} := 10.00 \text{ m}$

Peso de PAVIMENTO: $CM_{pav_MIN} := e_{pav} \cdot 23.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 1.38 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$CM_{pav_MAX} := 1.5 \cdot CM_{pav_MIN} = 2.07 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Las aceras existentes presentan unas dimensiones iguales a: $B_{acera} := 2.575 \text{ m}$, $N_{acera} := 2$

$h_{acera} := 0.15 \text{ m}$

Peso de ACERAS: $CM_{acera} := h_{acera} \cdot 25.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 3.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Peso del SISTEMA de CONTENCIÓN: $CM_{pretil} := 5.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

CARGA PERMANENTE TOTAL: $CM_{sup} = 196.76 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$CM_{inf} = 189.86 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

2. ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)

2.1 PRETENSADO

Las Acciones producidas por el Pretensado se valorarán teniendo en cuenta la forma de introducción de las mismas y las posibilidades de deformación de la estructura.

En este caso al tratarse de un Tablero de Vigas Prefabricadas Pretensadas se considera el pretensado como una acción TIPO 1 y se calcula de manera individualizada para cada viga particular a partir de una Hoja de Cálculo de elaboración propia.

2.2 RETRACCIÓN DEL HORMIGÓN (S/ ARTº 39.7 EHE-08)

Para la evaluación de la Retracción han de tenerse en cuenta: el grado de humedad ambiente, el espesor o mínima dimensión de la pieza, la composición del hormigón y el tiempo transcurrido desde la ejecución, que marca la duración del fenómeno.

a) Caso Losa de Tablero: $f_{cklosa} := 25.0 \text{ MPa}$ CEM ENDUREC NORMAL: $\alpha_{ds1losa} := 4$, $\alpha_{ds2losa} := 0.12$
 $e_{losa} := 250 \text{ mm}$
 $HR := 75.0$

$\beta_{dslosa} = 1.00$, $k_{e1losa} = 0.80$, $\epsilon_{cdo1losa} = -0.338 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$
 $\beta_{aslosa} = 1.00$, $\epsilon_{cao1losa} = -0.038 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

RETRACCIÓN LOSA A TIEMPO INFINITO (T=100años): $\epsilon_{1losa} = -0.307 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

b) Caso Vigas de Tablero: $f_{ckviga} := 50.0 \text{ MPa}$ CEM ENDUREC RÁPIDO: $\alpha_{ds1viga} := 6$, $\alpha_{ds2viga} := 0.11$
 $e_{viga} := 150 \text{ mm}$
 $HR = 75.0$

$\beta_{dsviga} = 0.76$, $k_{eviga} = 1.00$, $\epsilon_{cdooviga} = -0.354 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$
 $\beta_{asviga} = 1.00$, $\epsilon_{caooviga} = -0.100 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

RETRACCIÓN VIGAS A TIEMPO INFINITO (T=100años): $\epsilon_{viga} = -0.369 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

RETRACCIÓN CONJUNTA del Tablero a TIEMPO INFINITO (T=100AÑOS) $\epsilon_{rettablero} = -0.332 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$



2.3 FLUENCIA DEL HORMIGÓN (S/ ART° 39.8 EHE-08)

Se desarrolla a continuación el cálculo del Coeficiente de Fluencia bajo cargas permanentes para las vigas prefabricadas del tablero:

NOTA 1: Se considera como Edad de TESADO (t_0) para las Vigas Pretensadas = 3d

NOTA 2: Se considera la fluencia a partir de la Colocación en Obra de las Vigas = 30d

Coeficiente Básico de Fluencia: $\varphi_0 = 1.97$

Desarrollo de la Fluencia con el Tiempo: $\beta_{cviga} = 0.59$

COEF. FLUENCIA de las Vigas (PRETENSADO) A TIEMPO INFINITO (T=100años): $\varphi_{vigao0} = 1.16$

La Deformación de Fluencia, debida al Pretensado de las Vigas, puede estimarse para una edad de puesta en carga de $t_0=3$ días de acuerdo con el criterio siguiente:

$$\varepsilon_{cs}(t, t_0) = \sigma(t_0) \left(\frac{1}{E_{c,t_0}} + \frac{\varphi(t, t_0)}{E_{c28}} \right)$$

El primer sumando representa la Deformación Instantánea y el segundo la Diferida debido al efecto de la Fluencia.

1) Deformación Inicial debida al Pretensado (descontadas las Pérdidas iniciales) resulta:

$$\Delta\sigma_{Pins} := - \left(\left(1 - \frac{20}{100} \right) \cdot \frac{4312 \text{ kN}}{A_{viga}} \right) = -11.60 \text{ MPa} \quad f_{cmviga3} = 38.45 \text{ MPa} \quad E_{cmviga3} = 29086 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{Pins} := \frac{\Delta\sigma_{Pins}}{E_{cmviga3}} = -0.399 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

2) Deformación Diferida en el tiempo debida a la Fluencia resulta:

$$\varepsilon_{fluvida} := \varepsilon_{Pins} \cdot \frac{E_{cmviga3}}{E_{csviga}} \cdot \varphi_{vigao0} = -0.348 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \quad f_{cmviga} = 58.00 \text{ MPa} \quad E_{cmviga} = 32902 \text{ MPa}$$

$$E_{csviga} = 38660 \text{ MPa}$$

$$\text{FLUENCIA VIGAS A TIEMPO INFINITO (T=100años): } \varepsilon_{fluvida} = -0.348 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

FLUENCIA CONJUNTA del Tablero a TIEMPO INFINITO (T=100AÑOS): $\varepsilon_{flutablero} = -0.139 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

3. ACCIONES VARIABLES (Q)

3.1 SOBRECARGA DE USO - ACCIONES VERTICALES

a) División de la Plataforma en CARRILES VIRTUALES:

TABLA 4.1-a DEFINICIÓN DE LOS CARRILES VIRTUALES

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

$$B_{plat} = 10.00 \text{ m} \quad N_{carr} = 3 \quad W_{carril} = 3.00 \text{ m} \quad B_{rem} = 1.00 \text{ m}$$

b) Cargas Verticales debidas al Tráfico de Vehículos:

TABLA 4.1-b VALOR CARACTERÍSTICO DE LA SOBRECARGA DE USO

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO $2Q_k$ [kN]	SOBRECARGA UNIFORME q_k (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_k)	0	2,5

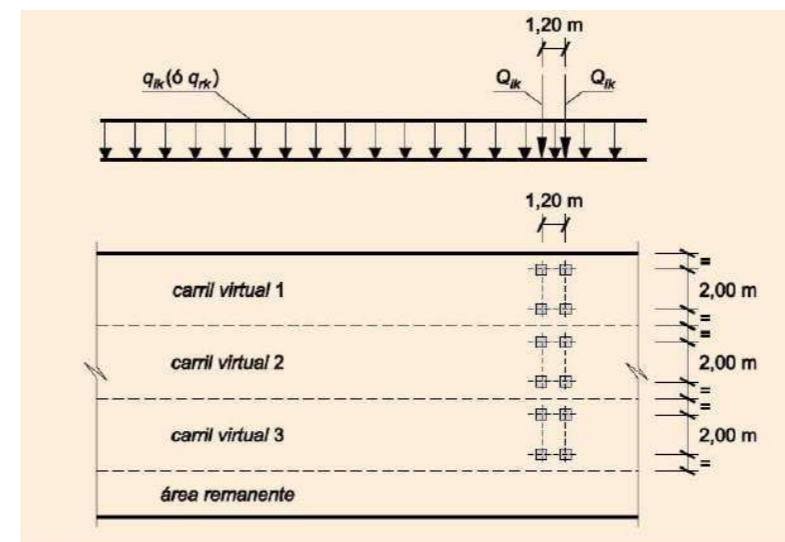
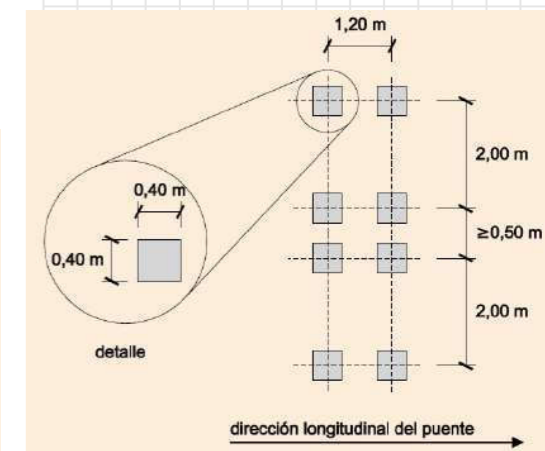


FIGURA 4.1-b DISTRIBUCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS Y SOBRECARGA UNIFORME



c) Cargas Verticales en Zonas de Uso Peatonal:

En zonas de Uso Peatonal (aceras, rampas y escaleras) se supondrá aplicada una sobrecarga uniforme en las zonas más desfavorables (longitudinal y transversalmente) de valor:

$$Q_{peat} := 5.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2 SOBRECARGA DE USO - ACCIONES HORIZONTALES

a) FRENADO y ARRANQUE:

El frenado, arranque o cambio de velocidad 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:

Longitud TOTAL de Aplicación: $L_{fren} := 34.50 \text{ m}$

$$Q_{FREN} = 453.2 \text{ kN} \quad FREN_{MAX} = 900 \text{ kN}$$

$$FREN_{MIN} = 180 \text{ kN}$$

ACCIÓN HORIZONTAL DEBIDA AL FRENADO Y ARRANQUE:

$$\frac{Q_{FREN}}{L_{fren}} = 13.13 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

b) FUERZA CENTRÍFUGA:

En Puentes de planta curva, los vehículos generan una fuerza transversal centrífuga considerada como una fuerza que actúa en dirección perpendicular al eje del tablero y se supone aplicada al nivel de la superficie del pavimento:

Radio de Curvatura del Puente en Planta: $Rad := 5000 \text{ m}$

Longitud TOTAL de Aplicación: $L_{cent} := 34.50 \text{ m}$

$$Q_{CENT} = 0.0 \text{ kN}$$

ACCIÓN HORIZONTAL DEBIDA A LA FUERZA CENTRÍFUGA:

$$\frac{Q_{CENT}}{L_{cent}} = 0.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.3 CARGA DE NIEVE

En general, sólo será necesario considerar la sobrecarga de nieve en puentes situados en zonas de alta montaña o durante la fase de construcción.

a) Sobrecarga de Nieve sobre un Terreno Horizontal:



ZONA CLIMÁTICA: $ZONA := 1$

ALTITUD: $ALT := 200 \text{ m}$

FIGURA 4.3-b ZONAS CLIMÁTICAS DE INVIERNO
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

TABLA 4.4-a SOBRECARGA DE NIEVE EN UN TERRENO HORIZONTAL, s_k [kN/m²]
(Coincide con la tabla correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)							
ALTITUD (M)	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2200	-	8,0	-	-	-	-	-

$$s_k := 0.50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

b) Sobrecarga de Nieve en Tableros:

Valor característico de Sobrecarga de NIEVE en Tableros se tomará: $NV := 0.8 \cdot s_k = 0.40 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

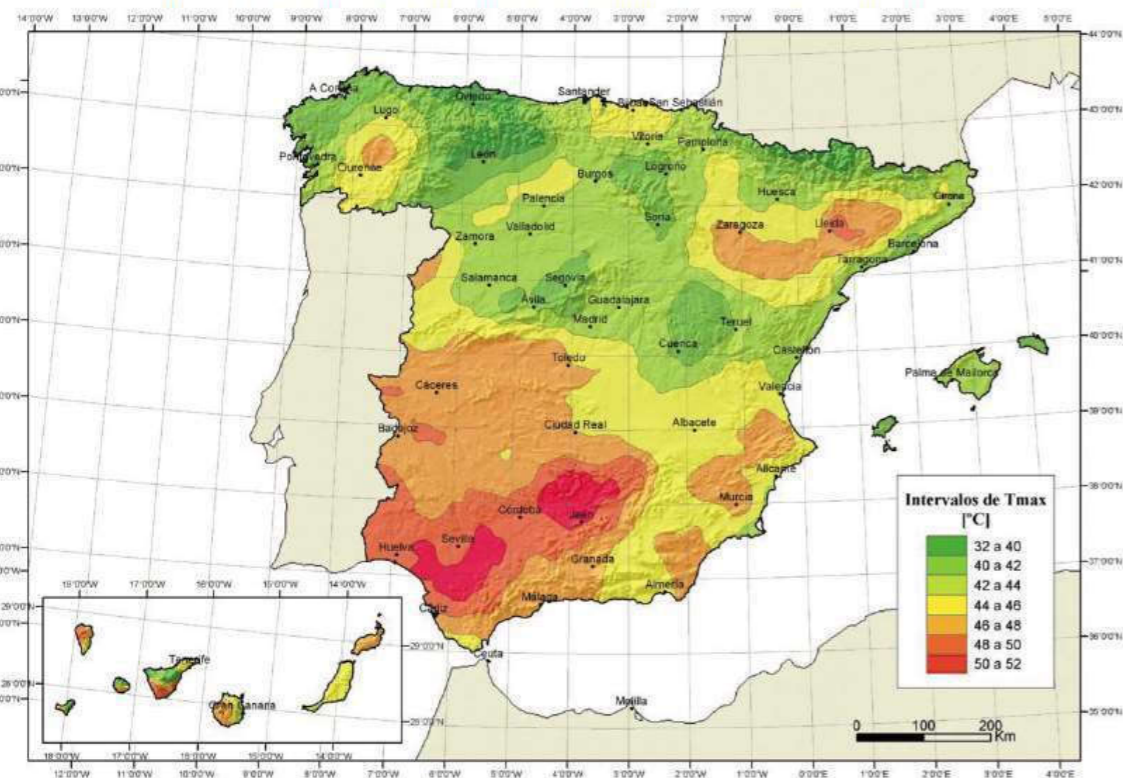


3.4 ACCIÓN TÉRMICA - COMPONENTE UNIFORME DE LA TEMPERATURA DEL TABLERO

a) Temperatura Máxima y Mínima del Aire:

Los valores característicos de la Temperatura Máxima/Mínima del aire a la sombra, para un período de Retorno de 50 años, dependen del clima del lugar y de su altitud y resultan:

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)



$T_{max50} := 44$

TABLA 4.3-a TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL DEL AIRE, T_{min} [°C]
(Coincide con la tabla correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

ZONA = 1

ALT = 200 m

$T_{min50} := -10$

b) Componente Uniforme de la Temperatura:

La Temperatura Efectiva o temperatura media de la sección transversal, tendrá un valor Mínimo y Máximo de acuerdo con:

TABLA 4.3-b VALORES DE $\Delta T_{e,min}$ Y $\Delta T_{e,max}$ PARA EL CÁLCULO DE LA COMPONENTE UNIFORME DE TEMPERATURA

TIPO DE TABLERO	$\Delta T_{e,min}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	-3	+16
Tipo 2: Tablero mixto	+4	+4
Tipo 3: Tablero de hormigón	+8	+2

$\Delta T_{emin} := +8$

$\Delta T_{emax} := +2$

Corrección según el Período de Retorno (100 años):

$$T_{min100} := T_{min50} \cdot \left(0.393 - 0.156 \cdot \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{100} \right) \right) \right) = -11$$

$$T_{max100} := T_{max50} \cdot \left(0.781 - 0.056 \cdot \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{100} \right) \right) \right) = 46$$

Los Valores Característicos resultan: $T_{emin} := T_{min100} + \Delta T_{emin} = -3$

$$T_{emax} := T_{max100} + \Delta T_{emax} = 48$$

c) Rango de la Componente Uniforme de la Temperatura:

Rango Total Característico de variación de la Componente de Temperatura en el Tablero:

$$\Delta T_N := T_{emax} - T_{emin} = 51$$

Temperatura Inicial del Elemento: $T_o := 15$

d) Rango de CONTRACCIÓN/DILATACIÓN del Tablero: $\Delta T_{CON} := T_o - T_{emin} = 18$

$$\Delta T_{DIL} := T_{emax} - T_o = 33$$

d) Rango de CONTRACCIÓN/DILATACIÓN del Tablero:

El dimensionamiento de los Apoyos y Juntas de Dilatación se realizará considerando:

CONTRACCIÓN MÁXIMA del Tablero: $CONTRACCIÓN := -\Delta T_{CON} - 15 = -33.1$

$$\epsilon_{CON} := \frac{CONTRACCIÓN}{100000} = -0.331 \frac{mm}{m}$$

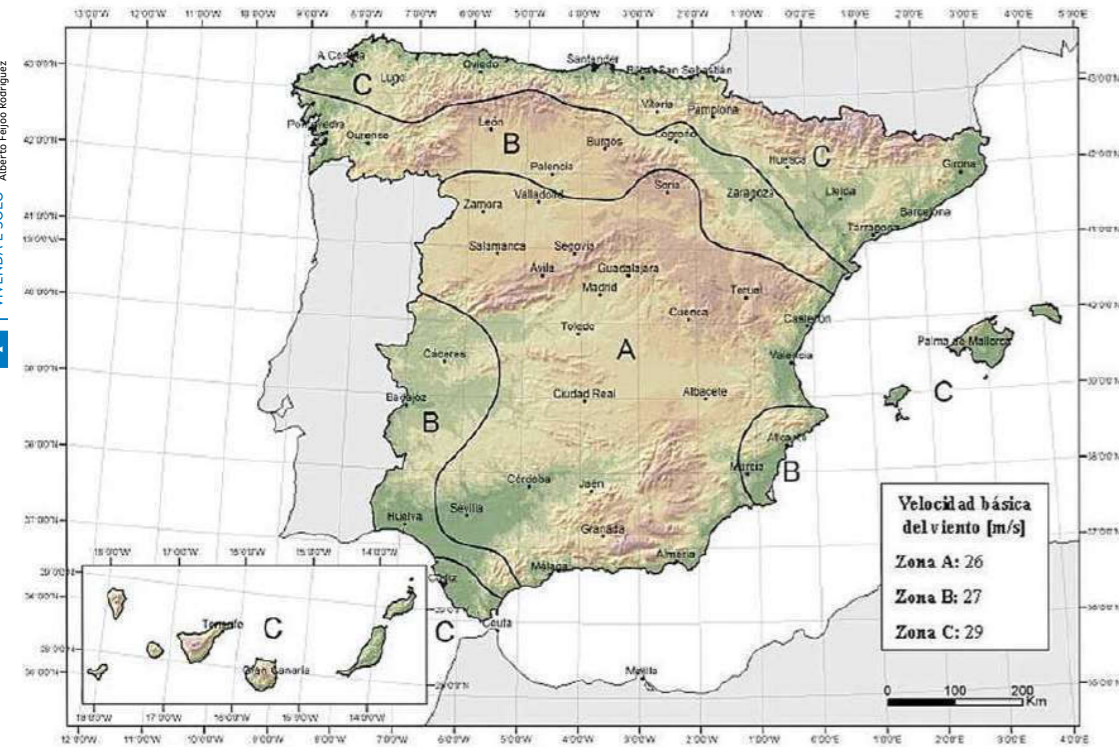
DILATACIÓN MÁXIMA del Tablero: $DILATACIÓN := \Delta T_{DIL} + 15 = 47.7$

$$\epsilon_{DIL} := \frac{DILATACIÓN}{100000} = 0.477 \frac{mm}{m}$$

3.4 CARGA DE VIENTO

a) Velocidad Básica del Viento:

FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $V_{b,n}$



$$V_{bo} := 27.0 \frac{m}{s}$$

$$C_{dir} := 1.00$$

$$C_{seas} := 1.00$$

$$\text{Velocidad Básica (Período de Retorno de } T=100 \text{ años)}: V_{b100} := 1.04 \cdot C_{dir} \cdot C_{seas} \cdot V_{bo} = 28.1 \frac{m}{s}$$

b) Ubicación de la Estructura:

Factor de Topografía: $C_o := 1.00$ Factor de Turbulencia: $k_1 := 1.00$

Factor de Rugosidad del Terreno (según el Entorno considerado):

- 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.

TABLA 4.2-b COEFICIENTES k_r , z_0 , Y z_{min} SEGÚN EL TIPO DE ENTORNO

TIPO DE ENTORNO	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
0	0,156	0,003	1
I	0,170	0,01	1
II	0,190	0,05	2
III	0,216	0,30	5
IV	0,235	1,00	10

ENTORNO := 2 $k_r := 0.190$ $z_0 := 0.05 \text{ m}$ $z_{min} := 2.00 \text{ m}$

c) Empuje Unitario del Viento sobre el Tablero:

Consideramos una Altura Promedio del Tablero igual a: $Z_{tab} := 6.50 \text{ m}$

Presión de la Velocidad de Viento: $q_w := \left(\frac{1}{2} \cdot 1.25 \frac{kg}{m^3} \cdot V_{b100}^2 \right) = 0.49 \frac{kN}{m^2}$

Coeficiente de Exposición (Ztab): $C_{etab} = 2.09$

Luego la PRESIÓN de VIENTO sobre el Tablero resulta: $W_{tab} := q_w \cdot C_{etab} = 1.03 \frac{kN}{m^2}$

d.1) VIENTO TRANSVERSAL sobre el Tablero: CASO DE VIENTO SIN SOBRECARGA

Anchura del Tablero: $B_{tab} = 15.15 \text{ m}$

Peralte del Tablero (%): $per := 0$

Canto del Tablero: $H_{tab} := h_{vigas} + h_{losa} = 1.10 \text{ m}$

Altura de la Barrera IMPERMEABLE: $h_{barr} := 0.00 \text{ m}$

Altura Equivalente SIN SOBRECARGA: $H_{eqsin} := H_{tab} + B_{tab} \cdot \left(\frac{per}{100} \right) + h_{barr} = 1.10 \text{ m}$

Coef. Fuerza del Tablero: $C_{fsin} = 1.30$

EMPUJE S/TABLERO: $F_{tabsin} := W_{tab} \cdot C_{fsin} \cdot H_{eqsin} = 1.47 \frac{kN}{m}$

Vigas Ocultas Bajo Tablero: $N_{vigas} - 1 = 6$

Coef. Fuerza de las Vigas: $C_{fvigas} := 2.2$

Canto Vigas: $h_{vigas} = 0.85 \text{ m}$

Separación MÁXIMA entre Vigas: $S_{vigas} = 2.33 \text{ m}$

Relación de Solidez Vigas: $\lambda_{vigas} := 1.00$

Espaciamiento Relativo Vigas SOTAVENTO: $s_{vigas} := \frac{S_{vigas}}{h_{vigas}} = 2.7$ $\eta_{vigas} := 0.28$

TABLA 4.2-c COEFICIENTE DE OCULTAMIENTO η

ESPACIAMIENTO RELATIVO s_v	RELACIÓN DE SOLIDEZ λ					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	≥0,6
0,5	0,75	0,40	0,31	0,22	0,13	0,06
1	1,00	0,82	0,64	0,46	0,28	0,10
2	1,00	0,84	0,68	0,52	0,36	0,20
3	1,00	0,86	0,72	0,59	0,45	0,31
4	1,00	0,89	0,78	0,68	0,57	0,46
5	1,00	1,00	0,92	0,85	0,77	0,69
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

EMPUJE S/VIGAS: $F_{vigas} := W_{tab} \cdot C_{fvigas} \cdot \eta_{vigas} \cdot (N_{vigas} - 1) \cdot h_{vigas} = 3.23 \frac{kN}{m}$

Barreras del Tablero: $N_{barr} := 2$

Área Expuesta al Viento Barrera: $A_{refbarr} := 0.30 \frac{m^2}{m}$

Coef. Fuerza de la Barrera: $C_{fbarr} := 2.2$

EMPUJE S/BARRERAS: $F_{barr} := W_{tab} \cdot C_{fbarr} \cdot N_{barr} \cdot A_{refbarr} = 1.36 \frac{kN}{m}$

$W_{totsin} := F_{tabsin} + F_{vigas} + F_{barr} = 6.05 \frac{kN}{m}$

d.2) VIENTO TRANSVERSAL sobre el Tablero: CASO DE VIENTO CON SOBRECARGA

Anchura del Tablero: $B_{tab} = 15.15 \text{ m}$

Canto del Tablero: $H_{tab} := h_{vigas} + h_{losa} = 1.10 \text{ m}$

Altura de la SOBRECARGA: $h_{sc} := 2.00 \text{ m}$

Altura Equivalente SIN SOBRECARGA: $H_{eqsc} := H_{tab} + h_{sc} = 3.10 \text{ m}$

Coef. Fuerza del Tablero: $C_{fsc} = 1.30$

EMPUJE S/TABLERO: $F_{tabsc} := W_{tab} \cdot C_{fsc} \cdot H_{eqsc} = 4.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

EMPUJE S/VIGAS: $F_{vigas} = 3.23 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

EMPUJE S/BARRERAS: $F_{barr} = 1.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$W_{totsc} := F_{tabsc} + F_{vigas} + F_{barr} = 8.73 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

d.3) VIENTO VERTICAL sobre el Tablero y MOMENTO DE VUELCO:

Anchura del Tablero: $B_{tab} = 15.15 \text{ m}$

Coef. Fuerza Vertical: $C_{fvert} := 0.9$

EMPUJE S/TABLERO: $E_{vert} := W_{tab} \cdot C_{fvert} \cdot B_{tab} = 14.01 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

MOMENTO VUELCO S/TABLERO: $M_{vsin} := 0.60 \cdot H_{eqsin} \cdot (W_{totsc}) + \frac{B_{tab} \cdot E_{vert}}{4} = 57.07 \text{ m} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$M_{vsc} := 0.60 \cdot H_{eqsc} \cdot (W_{totsc}) + \frac{B_{tab} \cdot E_{vert}}{4} = 69.30 \text{ m} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

d.4) VIENTO LONGITUDINAL sobre el Tablero:

Longitud Total de Vlong: $L_{vlon} := 34.50 \text{ m}$

Coef alfa: $\alpha := 0.52$ ENTORNO = 2

TABLA 4.2-d COEFICIENTE α SEGUN EL TIPO DE ENTORNO

TIPO DE ENTORNO	α
0	0,38
I	0,44
II	0,52
III	0,61
IV	0,67

Coeficiente Corrector Vlong: $L_z = 50.50 \text{ m}$ $\phi_{lon} = 0.16$ $RED = 0.77$

$L_{totscin} := RED \cdot (0.25 \cdot (F_{tabscin} + F_{vigas}) + 0.5 \cdot F_{barr}) = 1.4$

$L_{totsc} := RED \cdot (0.25 \cdot (F_{tabsc} + F_{vigas}) + 0.5 \cdot F_{barr}) = 1.94$

d.5) VIENTO sobre las Pilas:

Consideramos una Altura Promedio de Pila igual a: $Z_{pil} := 4.50 \text{ m}$

Presión de la Velocidad de Viento: $q_w = 0.49 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Coeficiente de Exposición (Zpil): $C_{epil} = 1.87$

Luego la PRESIÓN de VIENTO sobre la Pila resulta: $W_{pil} := q_w \cdot C_{epil} = 0.92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

VIENTO TRANSV_DIM. PILA: $L_{xpila} := 1.00 \text{ m}$

Coef. Fuerza de la Pila: $C_{fpilT} := 1.20$

Relación de Solidez Pilas: $\lambda_{pilas} := 1.00$

Separación Transversal Fustes/Nº Fustes: $S_{pilas} := 5.50 \text{ m}$ $N_{fustes} := 3$

Espaciamiento Relativo Pilas SOTAVENTO: $s_{rpilas} := \frac{S_{pilas}}{L_{xpila}} = 5.5$ $\eta_{pilas} := 0.86$

TABLA 4.2-c COEFICIENTE DE OCULTAMIENTO η

ESPACIAMIENTO RELATIVO s_r	RELACION DE SOLIDEZ λ					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\geq 0,6$
0,5	0,75	0,40	0,31	0,22	0,13	0,06
1	1,00	0,82	0,64	0,46	0,28	0,10
2	1,00	0,84	0,68	0,52	0,36	0,20
3	1,00	0,86	0,72	0,59	0,45	0,31
4	1,00	0,89	0,78	0,68	0,57	0,46
5	1,00	1,00	0,92	0,85	0,77	0,69
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

$F_{pilT} := W_{pil} \cdot C_{fpilT} \cdot L_{xpila} = 1.10 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$F_{pilT_oculta} := F_{pilT} \cdot \eta_{pilas} = 0.95 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

VIENTO LONGIT_DIM. PILA: $L_{ypila} := 1.00 \text{ m}$

Coef. Fuerza de la Pila: $C_{fpilL} := 1.20$

$F_{pilL} := W_{pil} \cdot C_{fpilL} \cdot L_{ypila} = 1.10 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

NOTA: COEFICIENTES DE FUERZA C_f PARA LAS SECCIONES DE PILA MÁS HABITUALES

FIGURA 4.2-b COEFICIENTE DE FUERZA c_f PARA LAS SECCIONES MÁS HABITUALES

$W \rightarrow$	$\frac{B}{h}$	c_f							
		$\leq 0,2$	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	1,65	1,0	0,9
	$c_f = 1,4$	sección circular con superficie lisa y tal que: $\phi v_b(T)/c_b(z) > 6 \text{ m/s}$		sección circular con superficie rugosa ^(*) , o lisa tal que: $\phi v_b(T)/c_b(z) < 6 \text{ m/s}$					
	c_f	0,7	1,2	1,45	1,3				
	c_f	1,6	2,2						
	$c_f = 2,0$								

(*) Se tomará siempre superficie rugosa excepto si la rugosidad superficial equivalente resulta menor de $e \cdot 10^{-5} \text{ m}$





PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO



PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO

ANEJO Nº 2: CÁLCULO DEL TABLERO



(*) TABLERO PASO INFERIOR PO-400: RESUMEN DE CÁLCULO (*)

1) INTRODUCCIÓN

Para reproducir el comportamiento resistente de un tablero constituido por una serie de vigas longitudinales en doble "T" y una losa superior emplearemos el método del emparrillado.

Llevamos a cabo un modelo plano del tablero empleando elementos tipo viga a flexión de modo que cada una de las vigas longitudinales del tablero se reproduce por una viga longitudinal del emparrillado. El resto de las vigas transversales reproduce segmentos de la losa superior.

Sobre este modelo de cálculo se introducen todas las cargas de tipo Gravitatorio (PESO PROPIO, PERMANENTES y SOBRECARGAS) consideradas en el apartado de "Cálculo de Acciones".

- El Peso Propio de las Vigas Pretensadas, Prelosas de Encofrado Perdido y Losa de Tablero actúa sobre las Vigas Longitudinales.

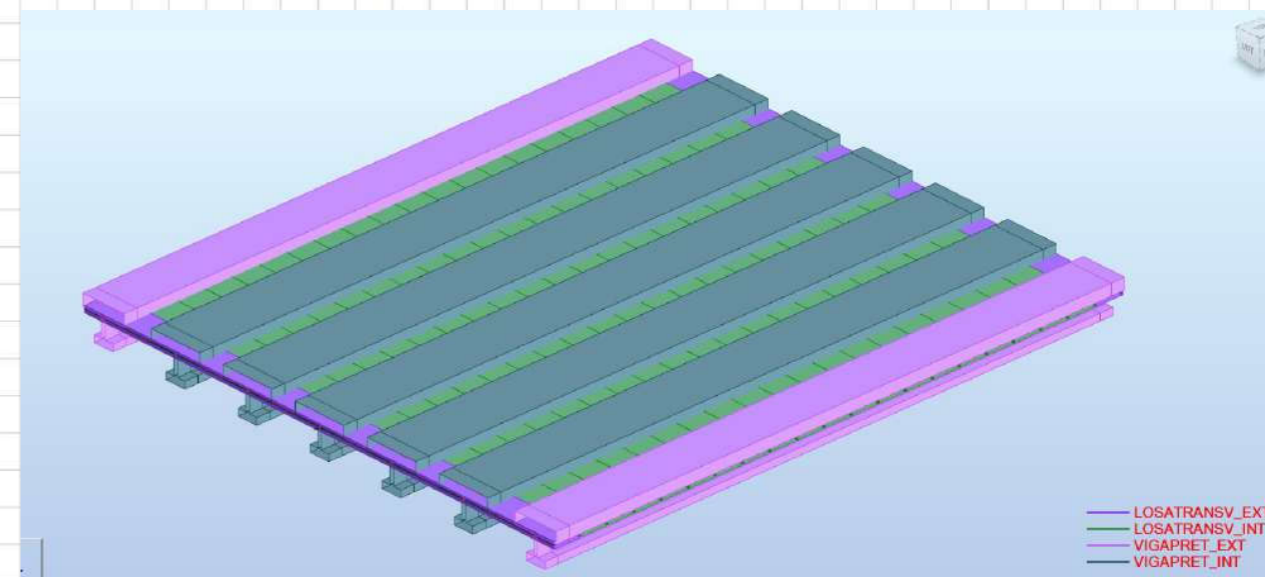
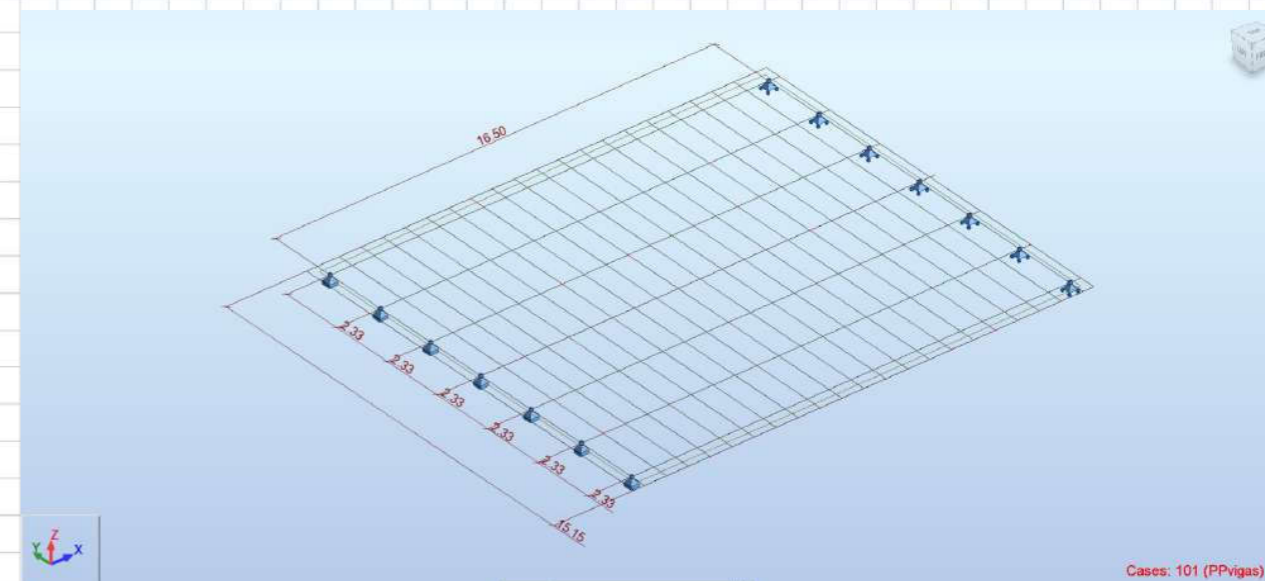
- Las Cargas de Pretensado se introducen también sobre las Vigas Prefabricadas teniendo en cuenta que los efectos de la fluencia entre los dos hormigones (vigas y losa) provocan una redistribución de esfuerzos tanto de las acciones de Peso Propio como del Pretensado sobre la Sección Compuesta.

- Las Cargas Muertas y Sobrecargas Vivas actúan sobre la Sección Compuesta de Viga + Losa.

A partir de este Modelo de Cálculo se obtienen: Reacciones sobre los Aparatos de Apoyo de la Estructura así como Esfuerzos sobre las Vigas Longitudinales que se emplean para comprobar el Pretensado de las mismas (ELS) y llevar a cabo el dimensionamiento de la armadura a flexión principal de las Vigas (ELU).

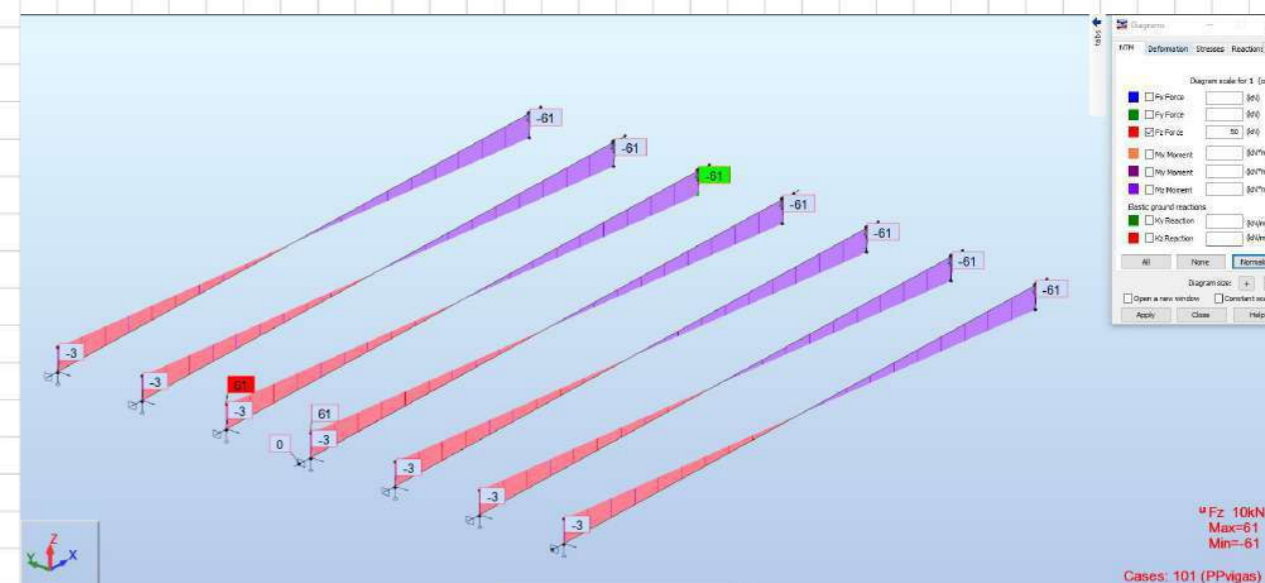
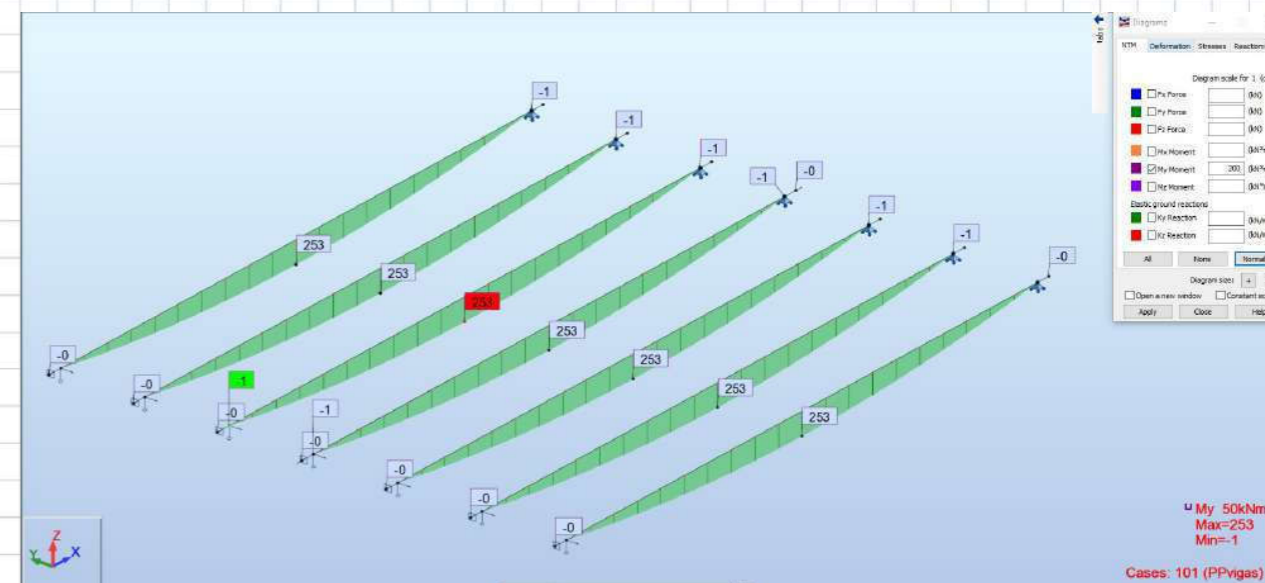
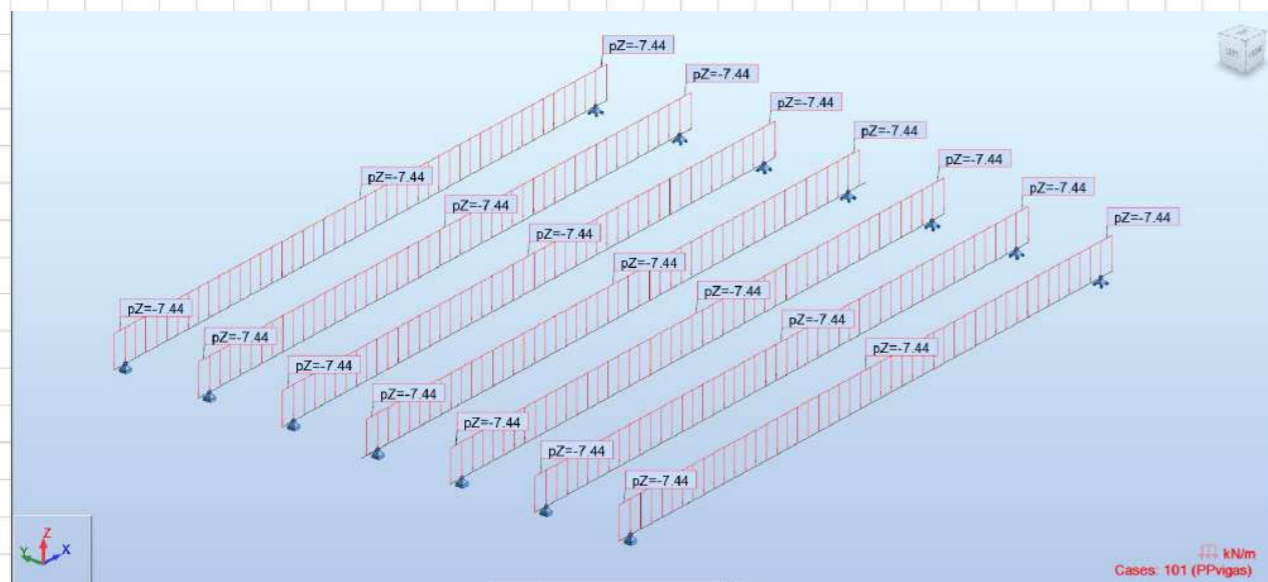
Para el dimensionamiento de la Losa de Tablero se lleva a cabo un modelo híbrido de Barras y Láminas que permite estudiar con más detalle el comportamiento resistente de la misma.

A continuación mostramos una serie de imágenes del Modelo de Cálculo empleado:

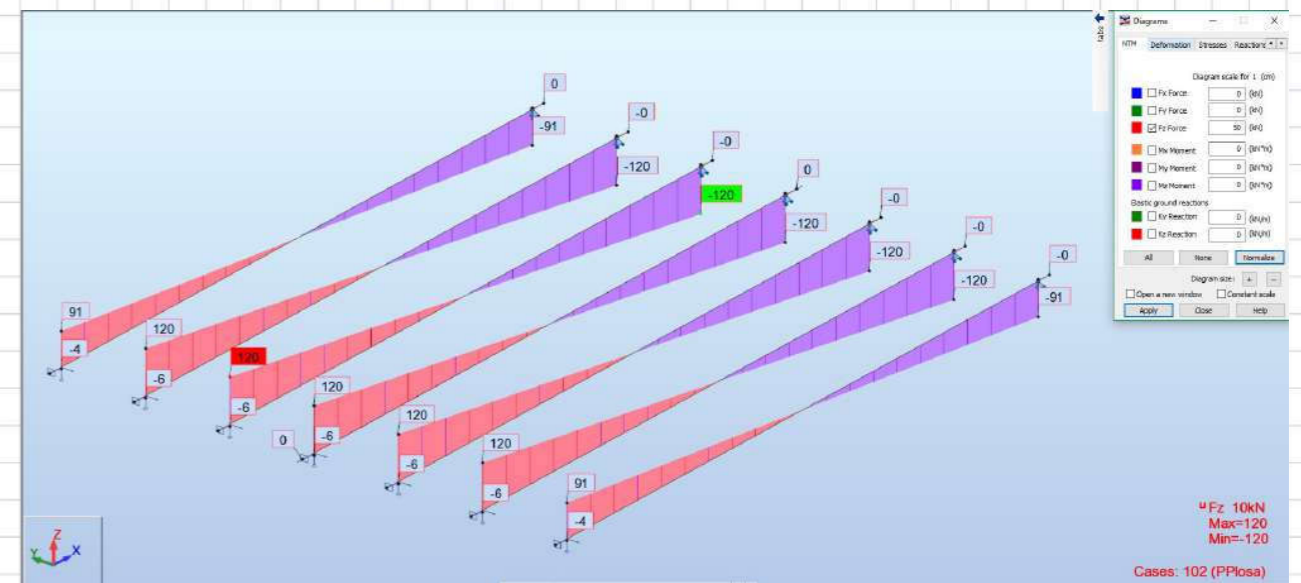
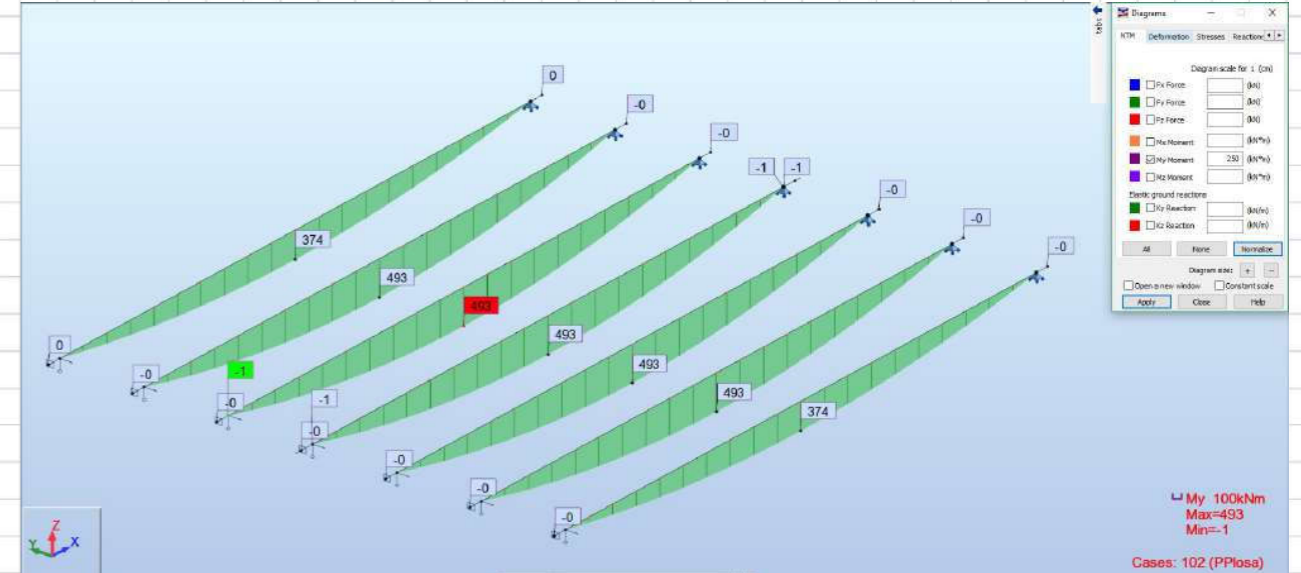
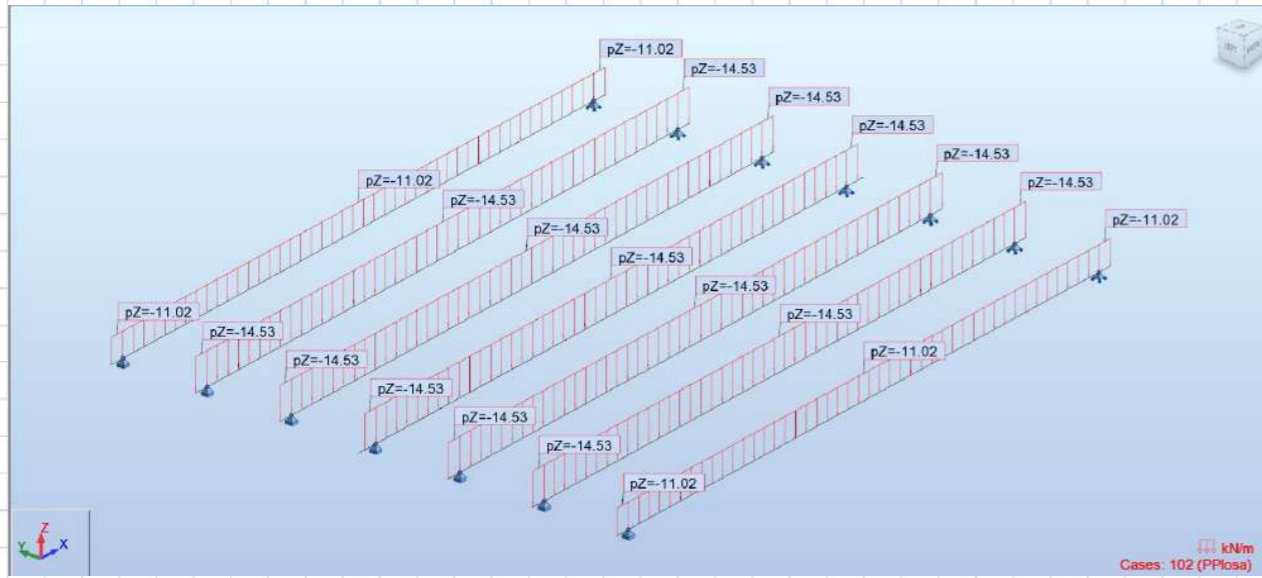


2) ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO DEL TABLERO

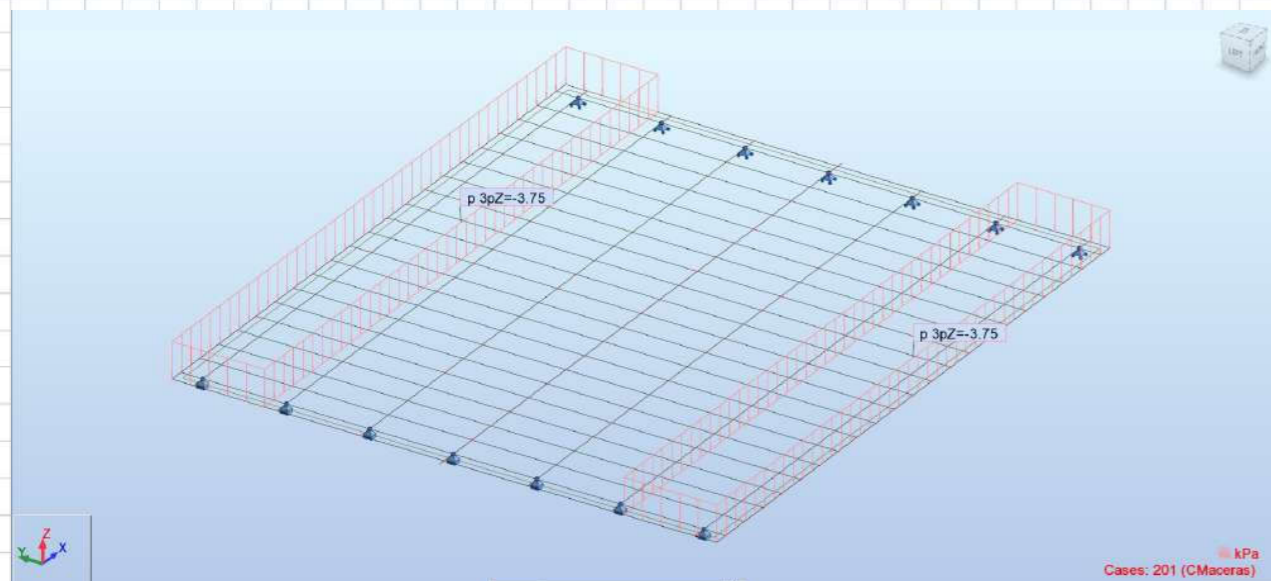
*) Cargas de PESO PROPIO - VIGAS:



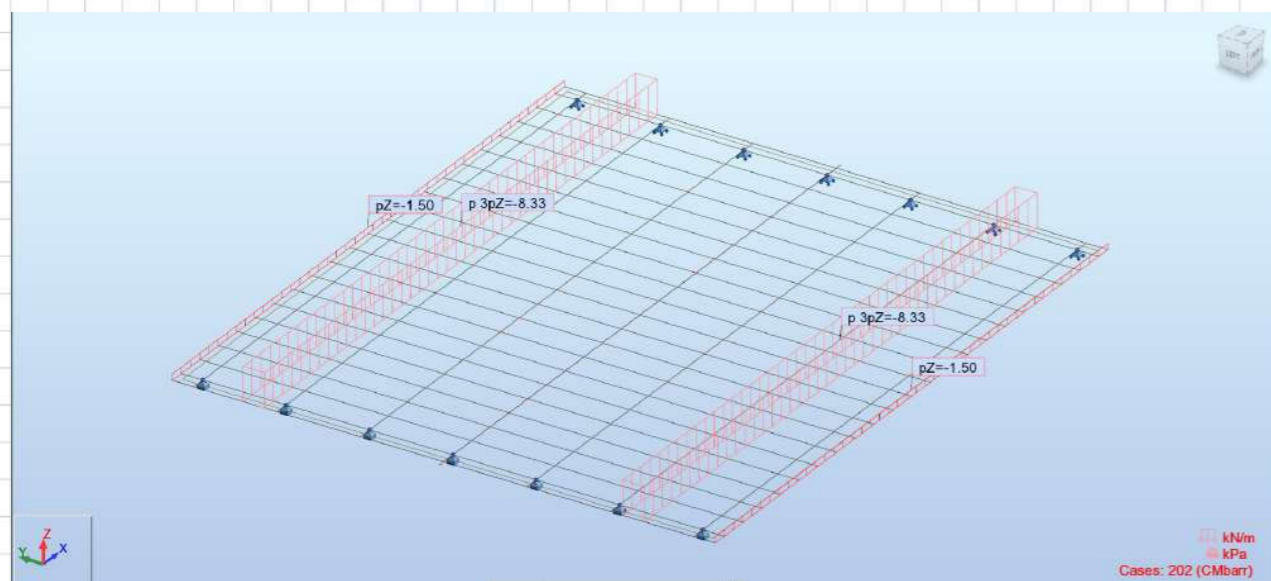
*) Cargas de PESO PROPIO - LOSA TABLERO:



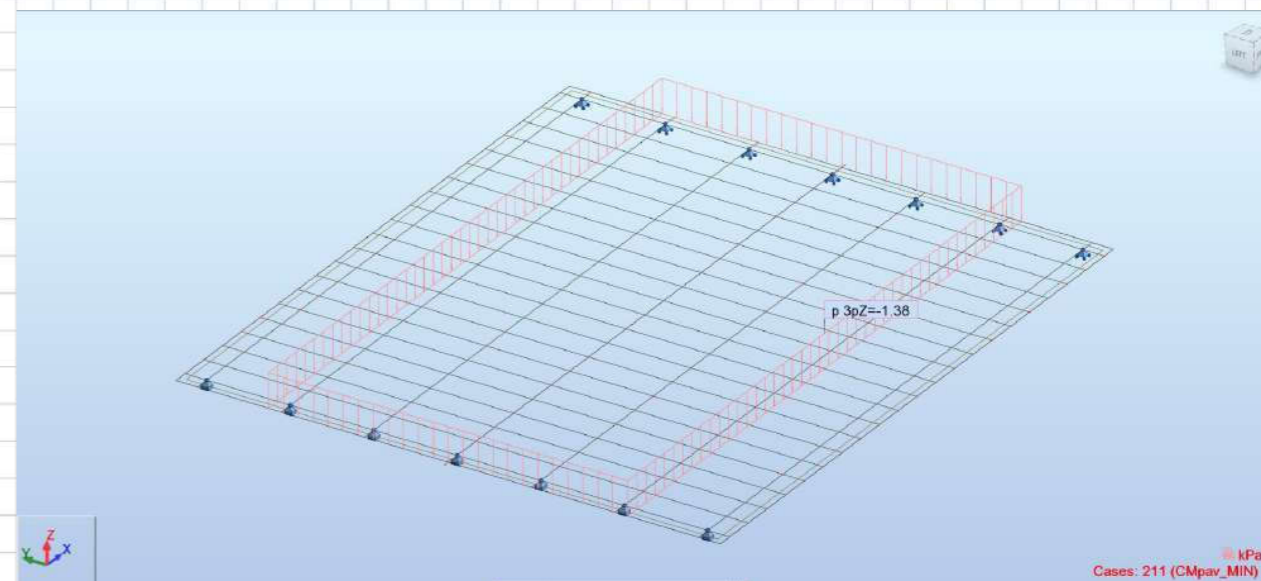
*) Cargas MUERTAS - ACERAS:



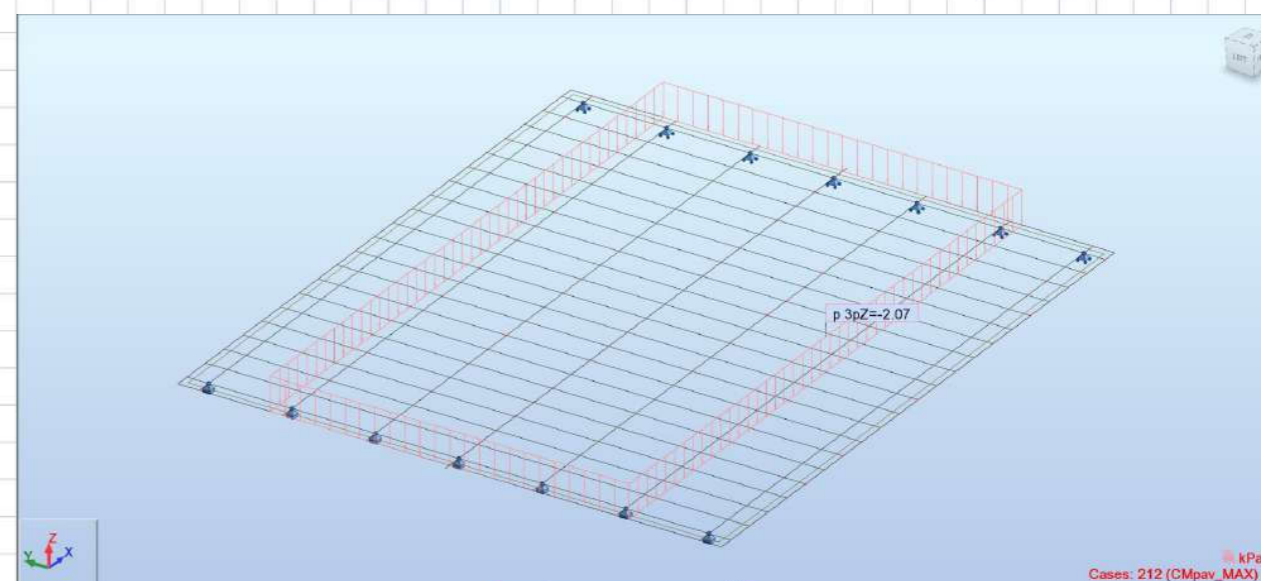
*) Cargas MUERTAS - SIST. CONTENCIÓN:

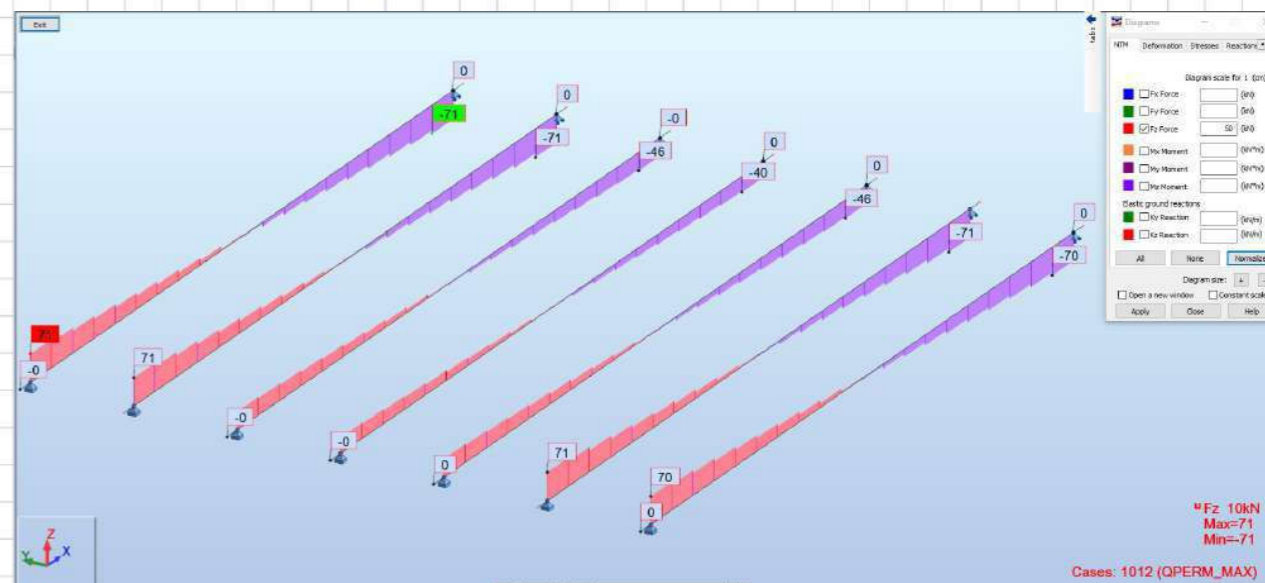
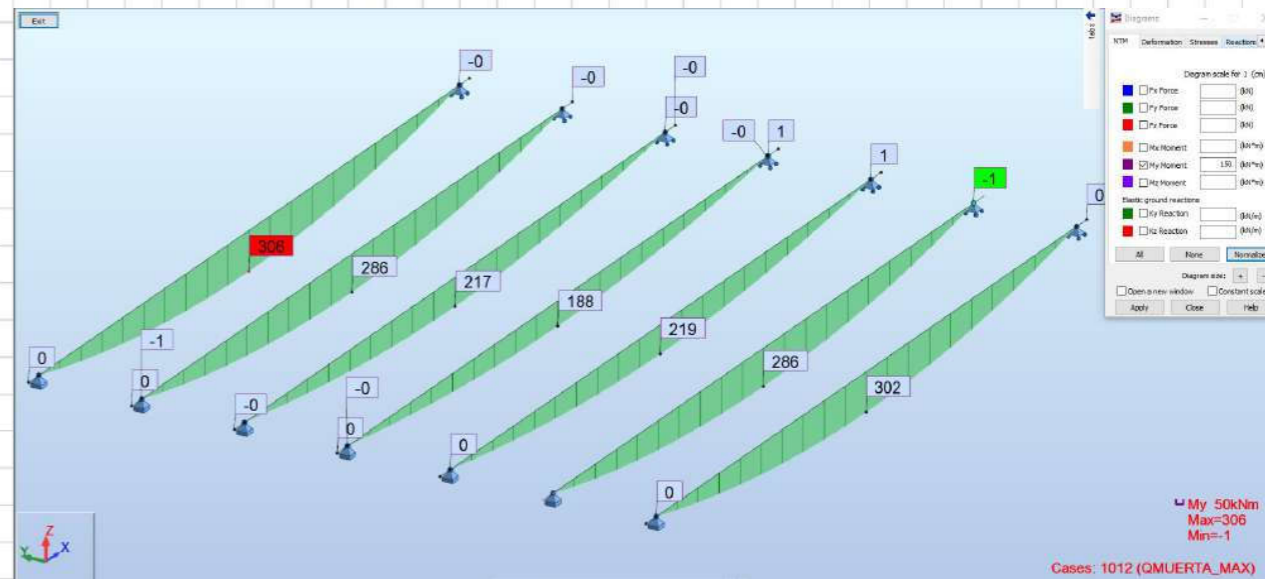
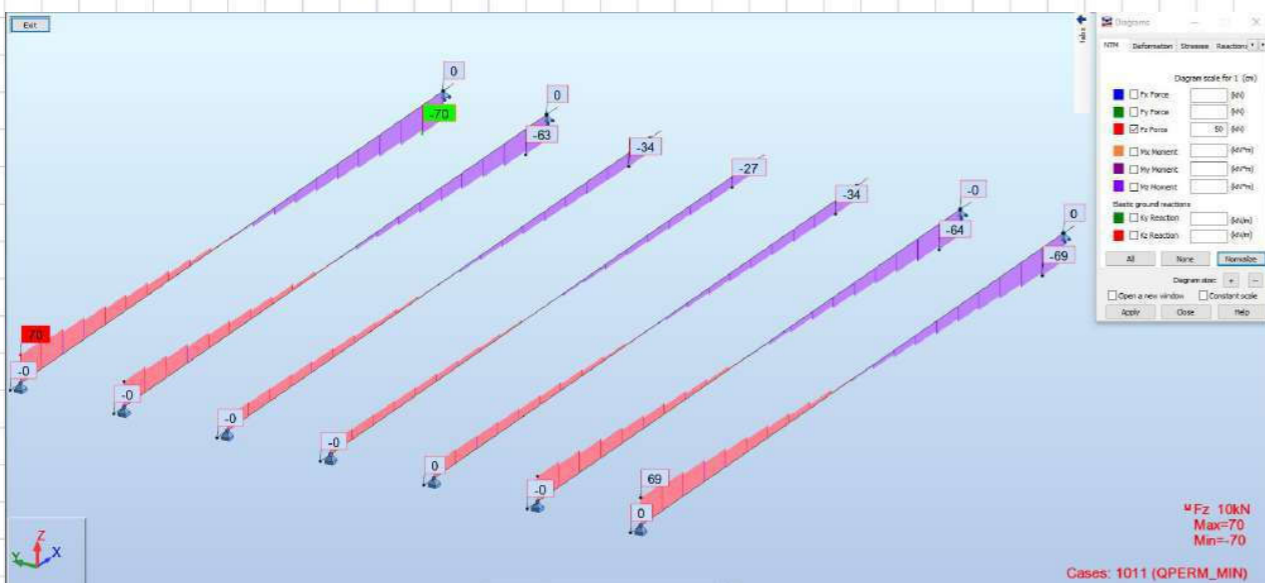
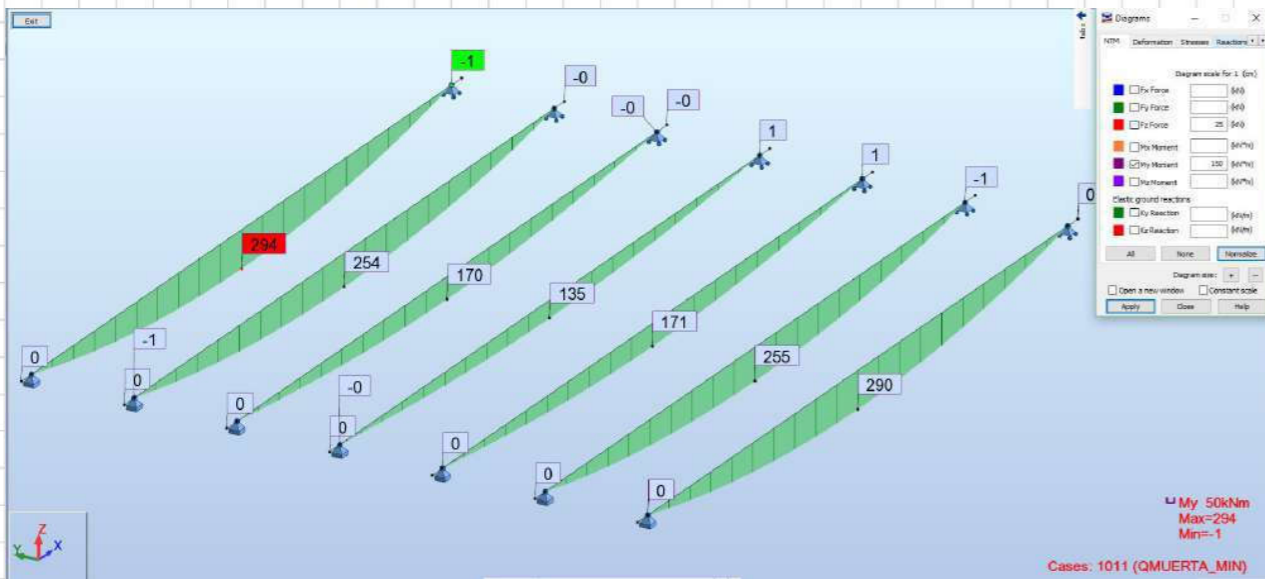


*) Cargas MUERTAS - PAVIMENTO (MÍN.):

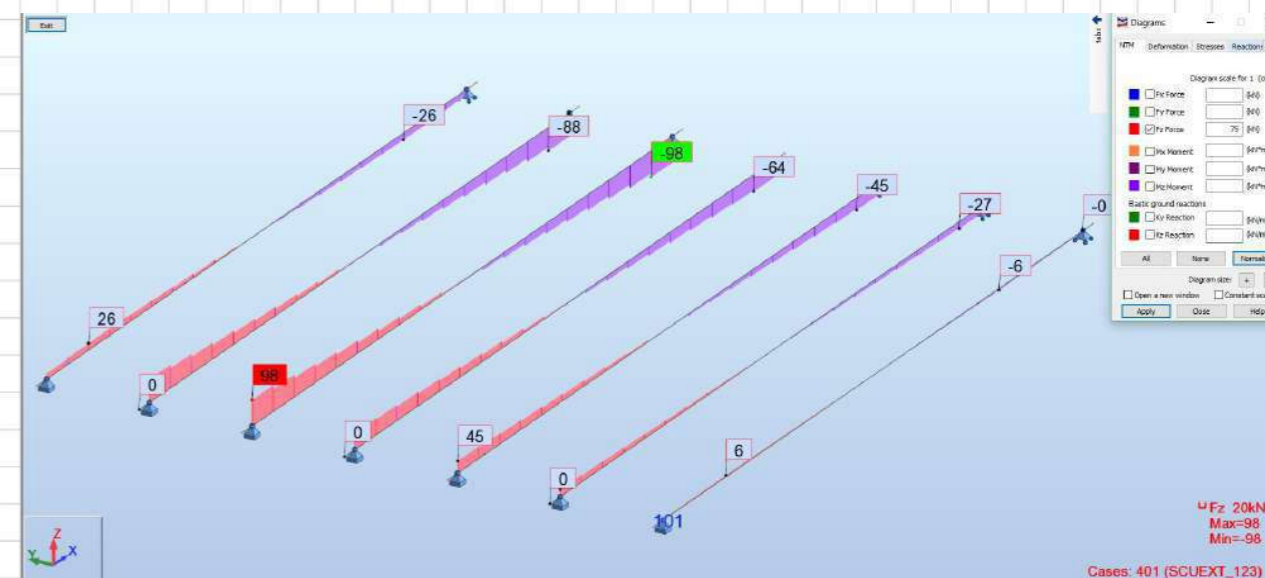
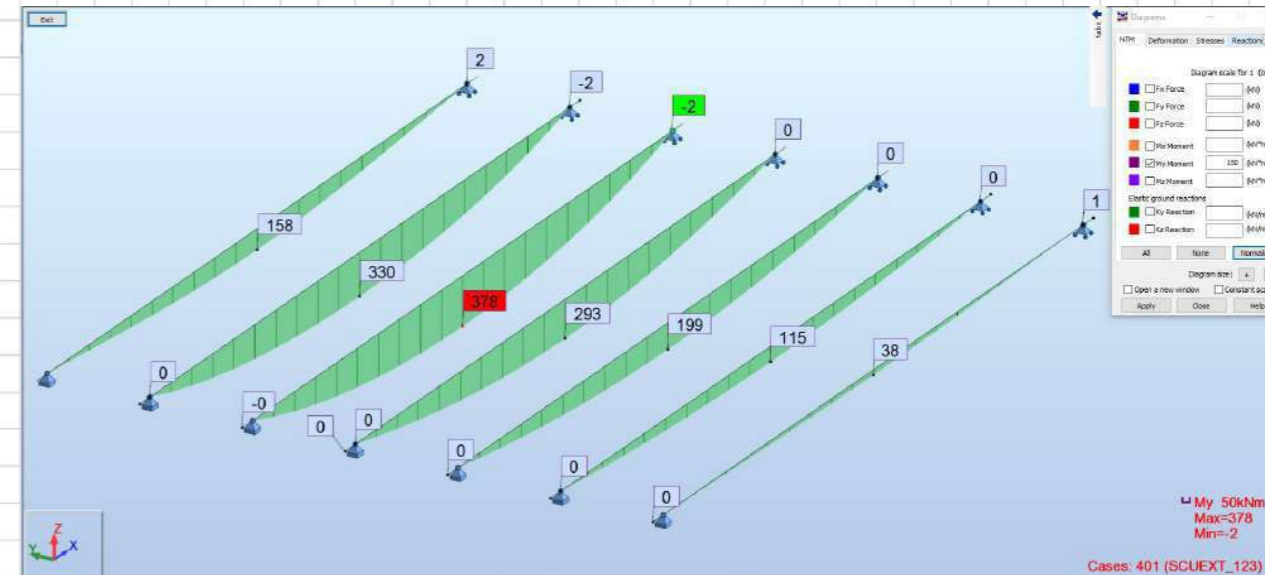
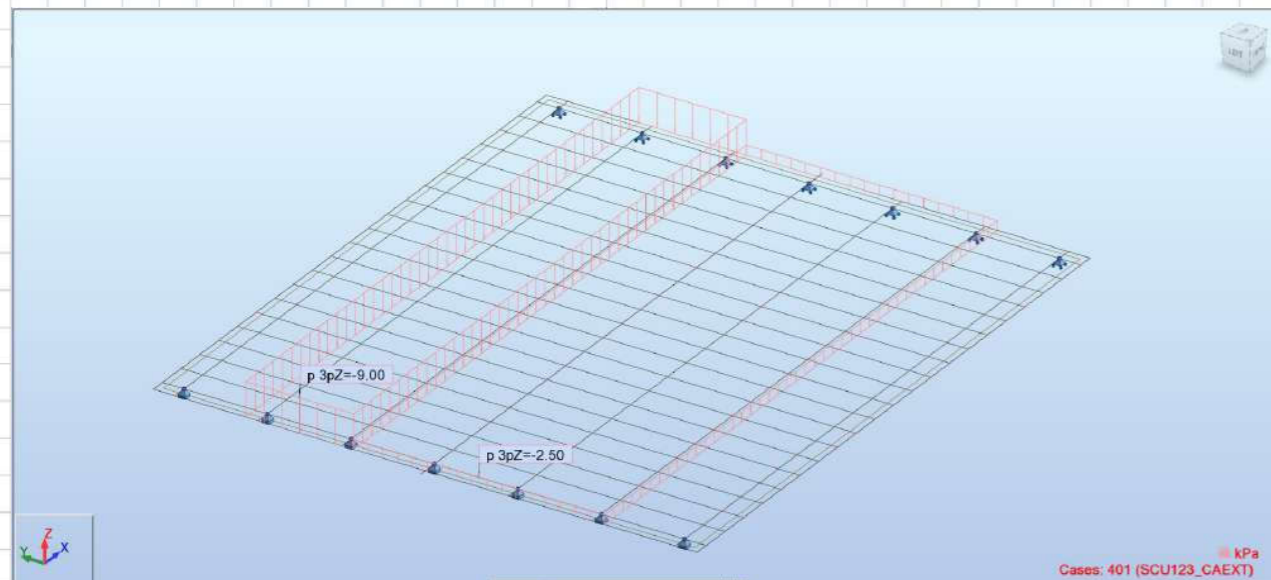


*) Cargas MUERTAS - PAVIMENTO (MÁX.):

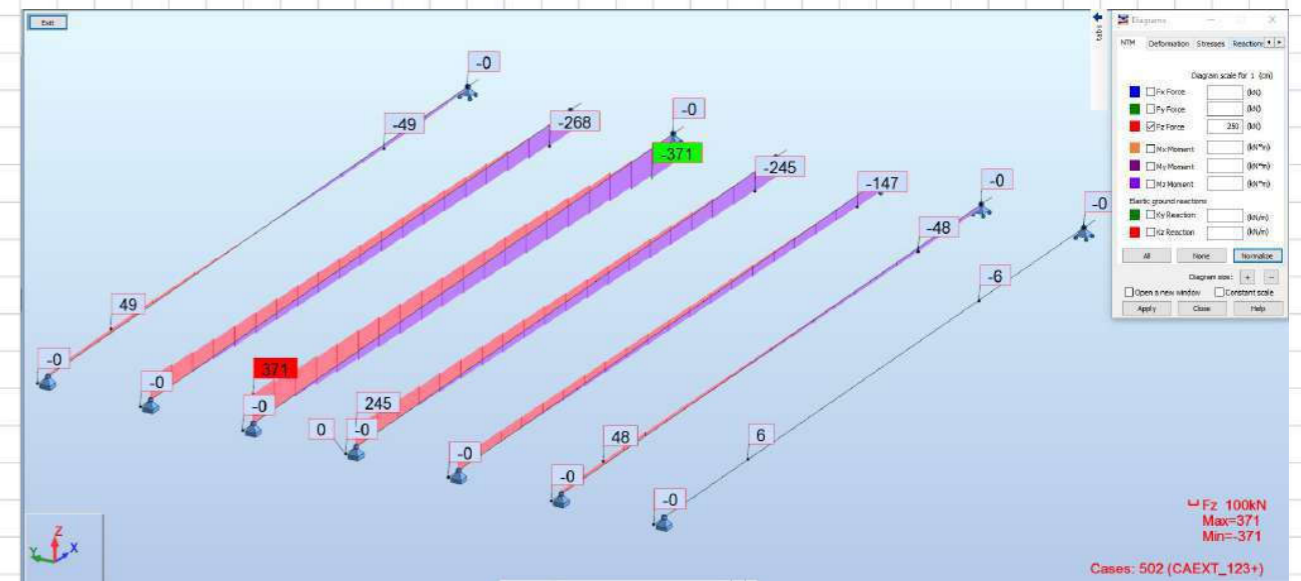
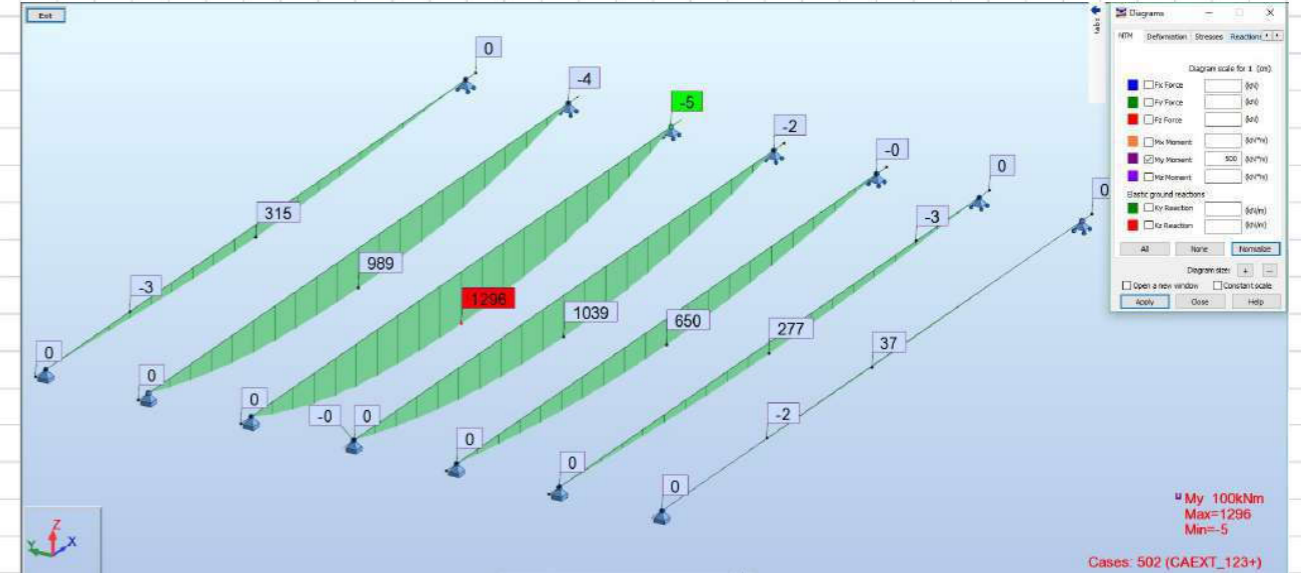
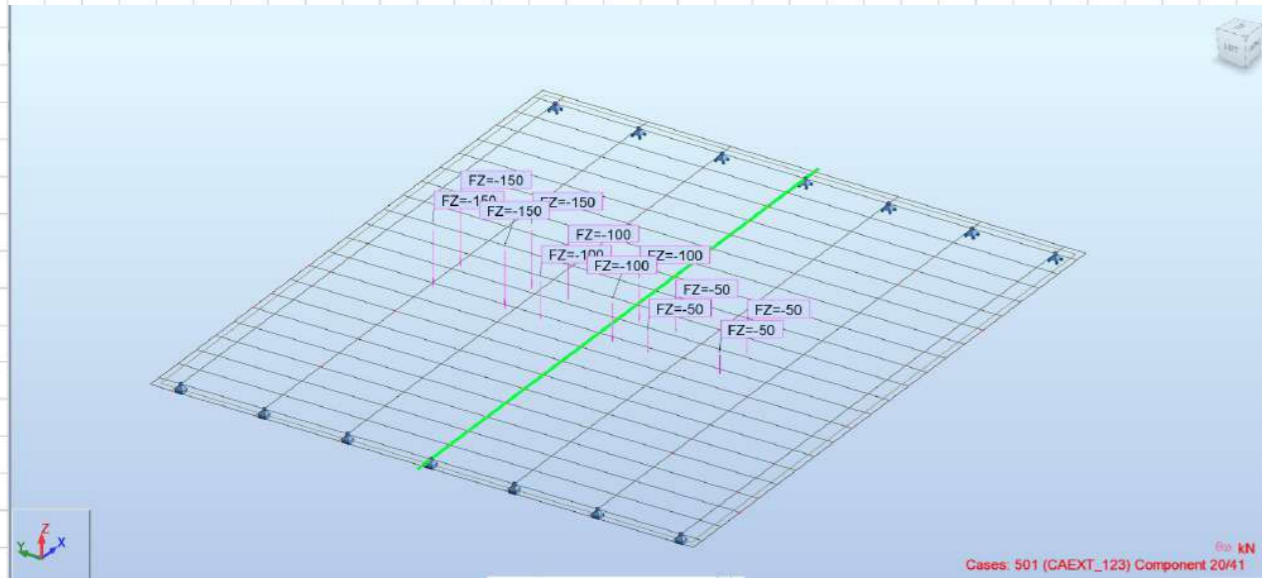




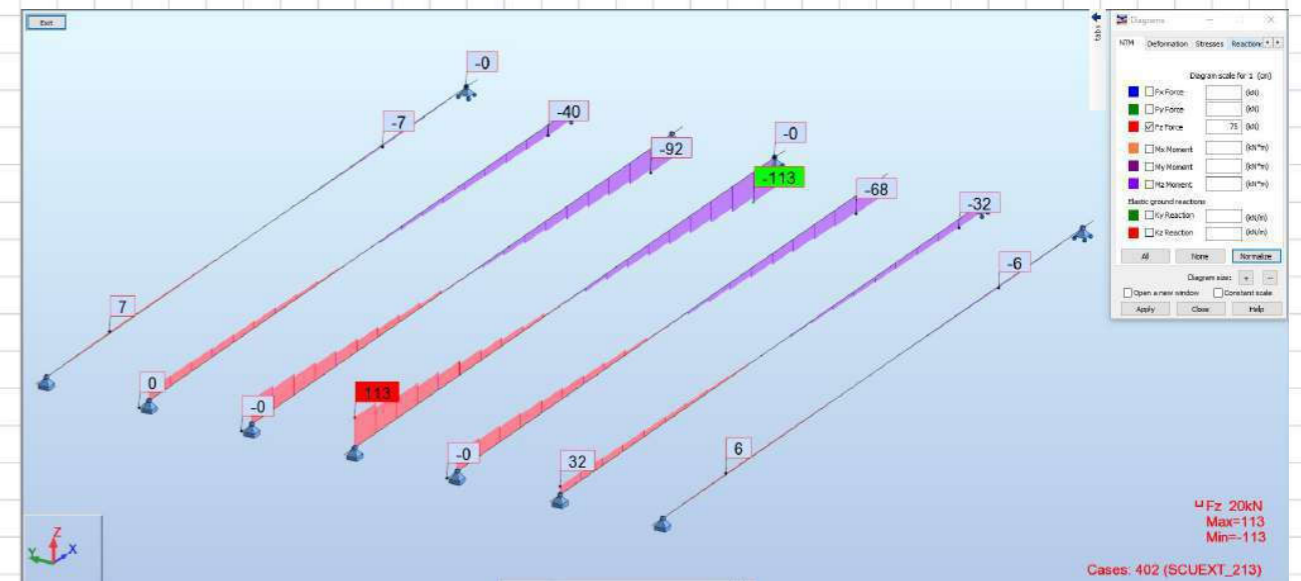
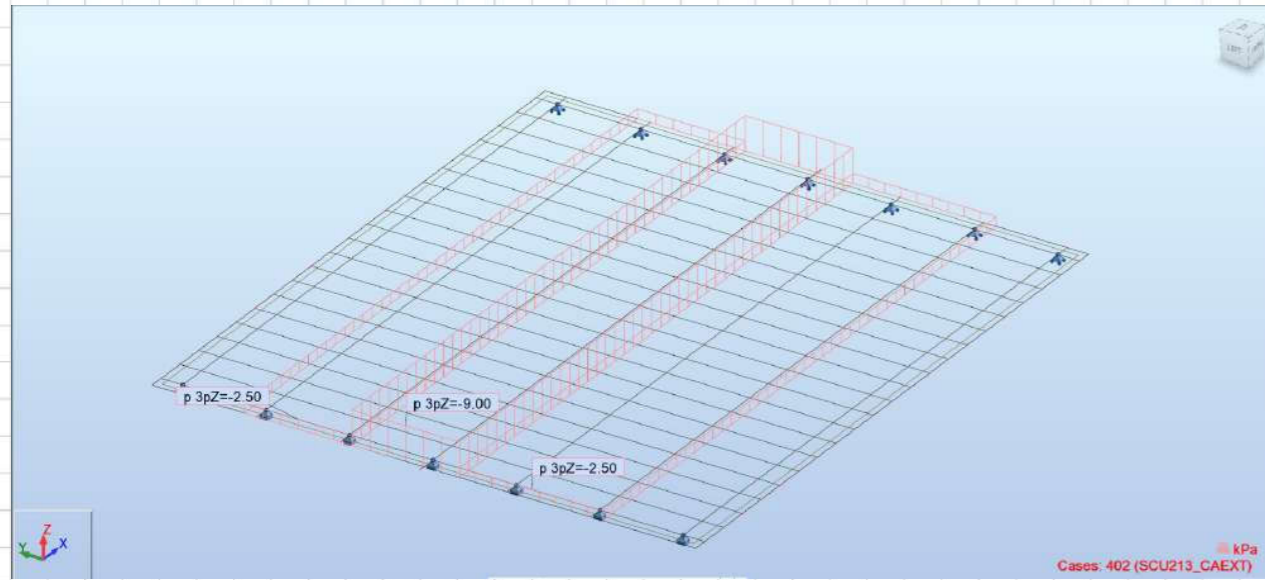
*) SOBRECARGA de USO - CARRILES EXCÉNTRICOS / DISPOSICIÓN 1 - 2 - 3:



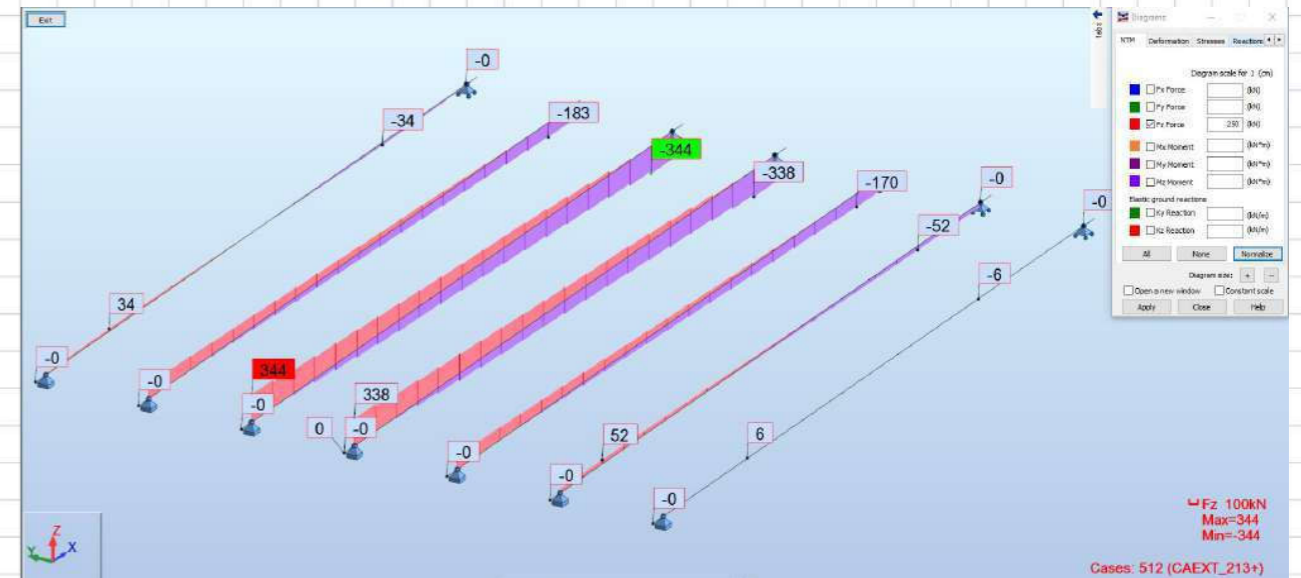
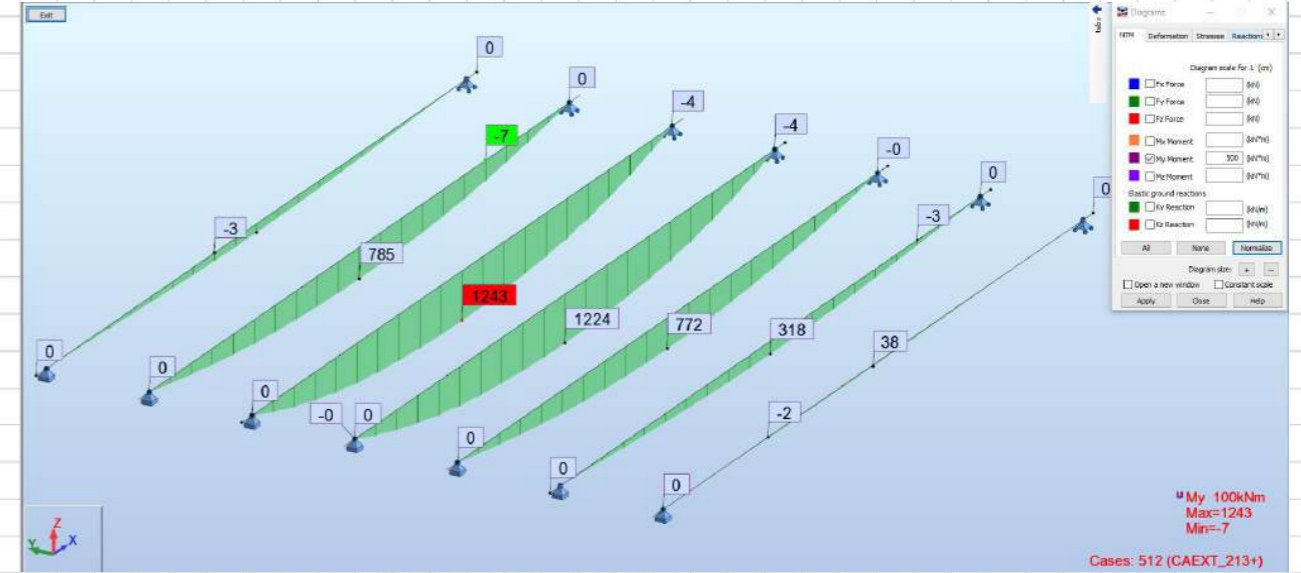
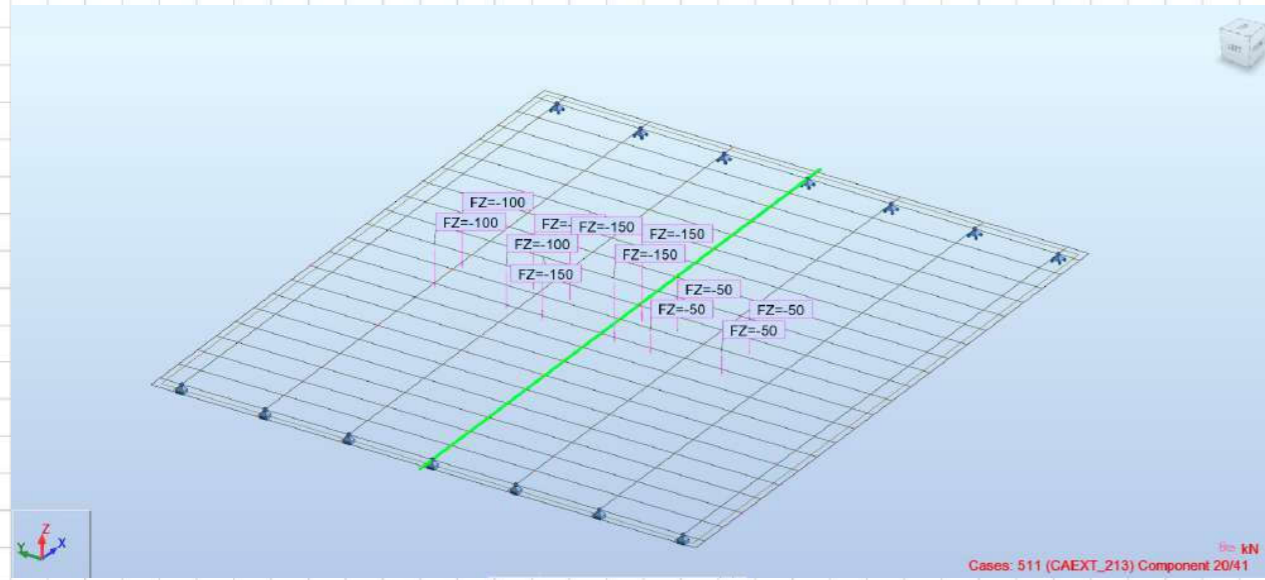
*) SOBRECARGA de VEHÍCULO PESADO - CARRILES EXCÉNTRICOS / DISPOSICIÓN 1 - 2 - 3:



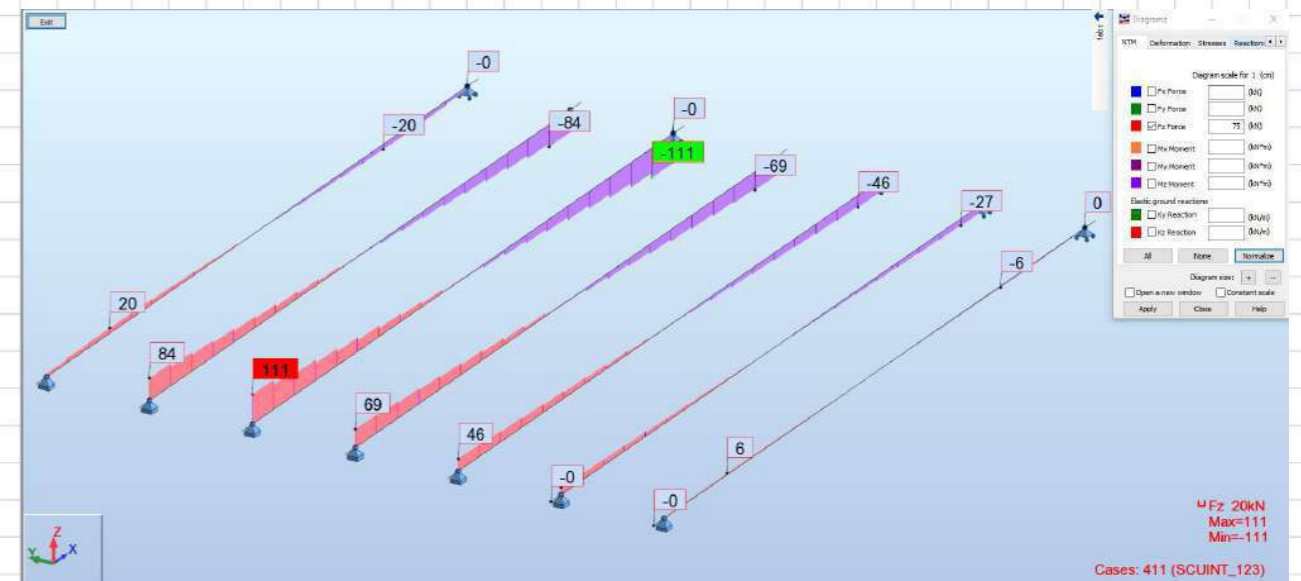
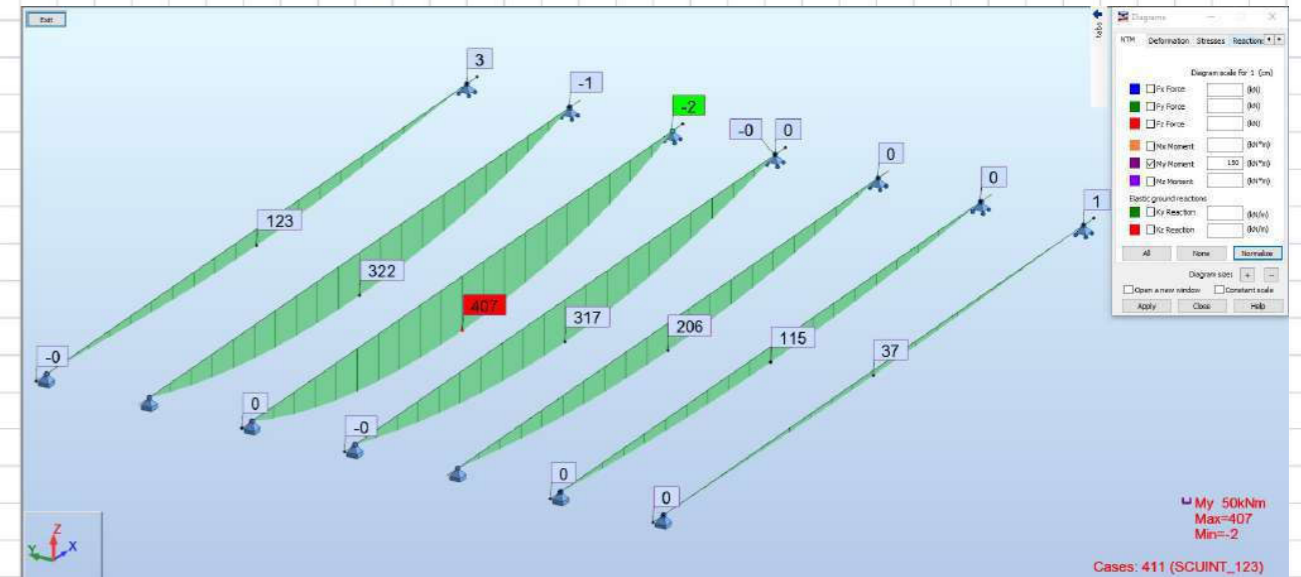
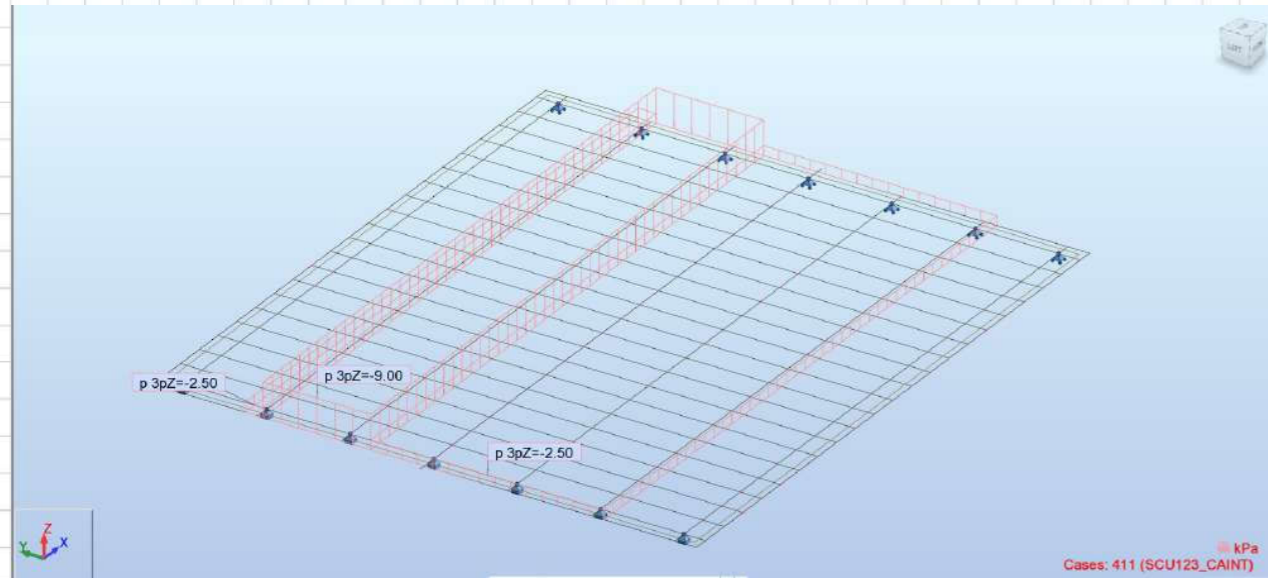
*) SOBRECARGA de USO - CARRILES EXCÉNTRICOS / DISPOSICIÓN 2 - 1 - 3:



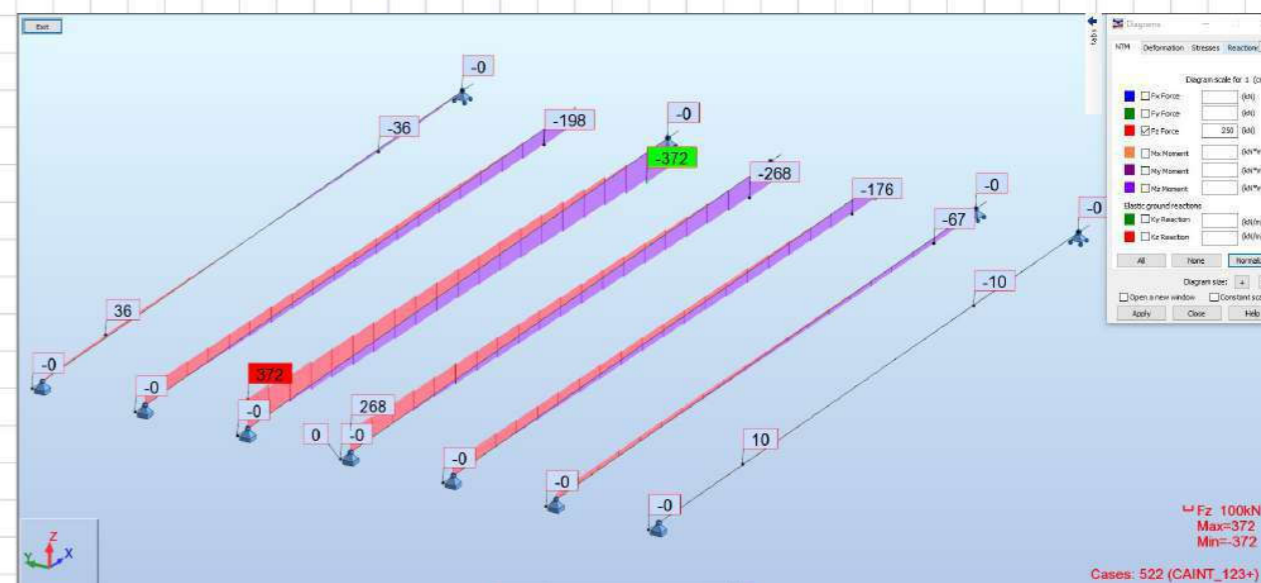
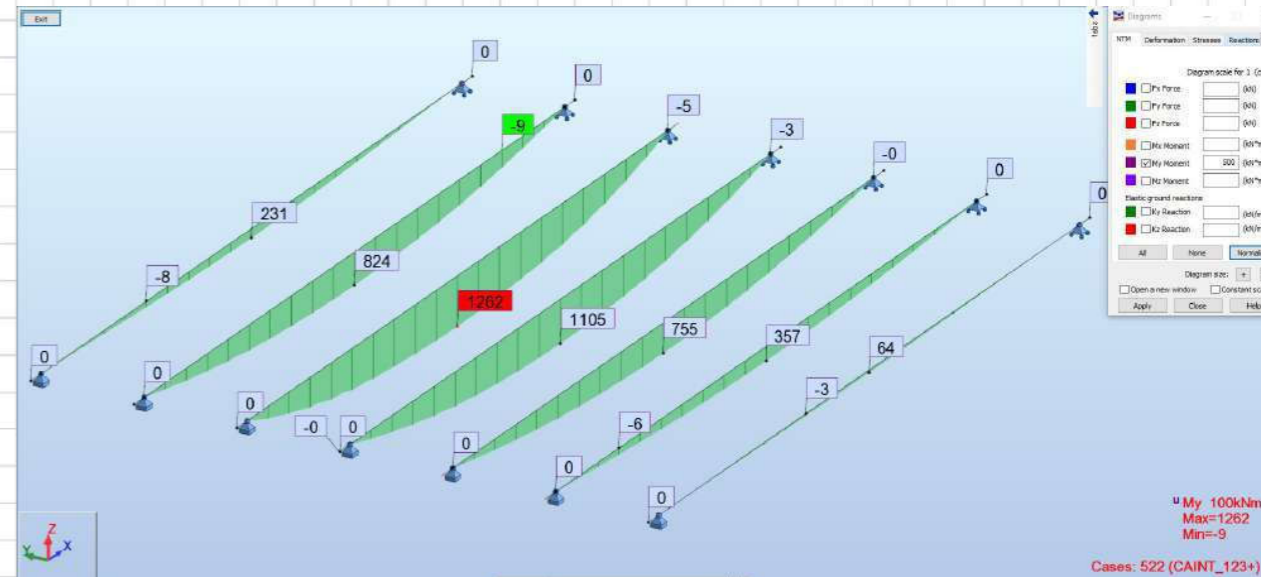
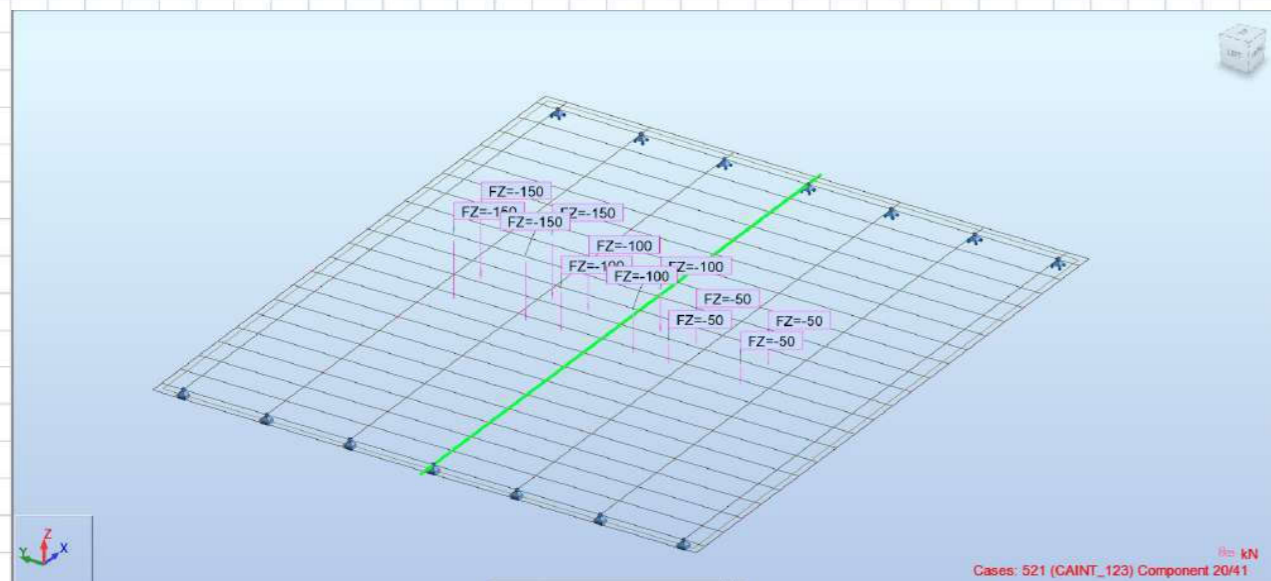
*) SOBRECARGA de VEHÍCULO PESADO - CARRILES EXCÉNTRICOS / DISPOSICIÓN 2 - 1 - 3:



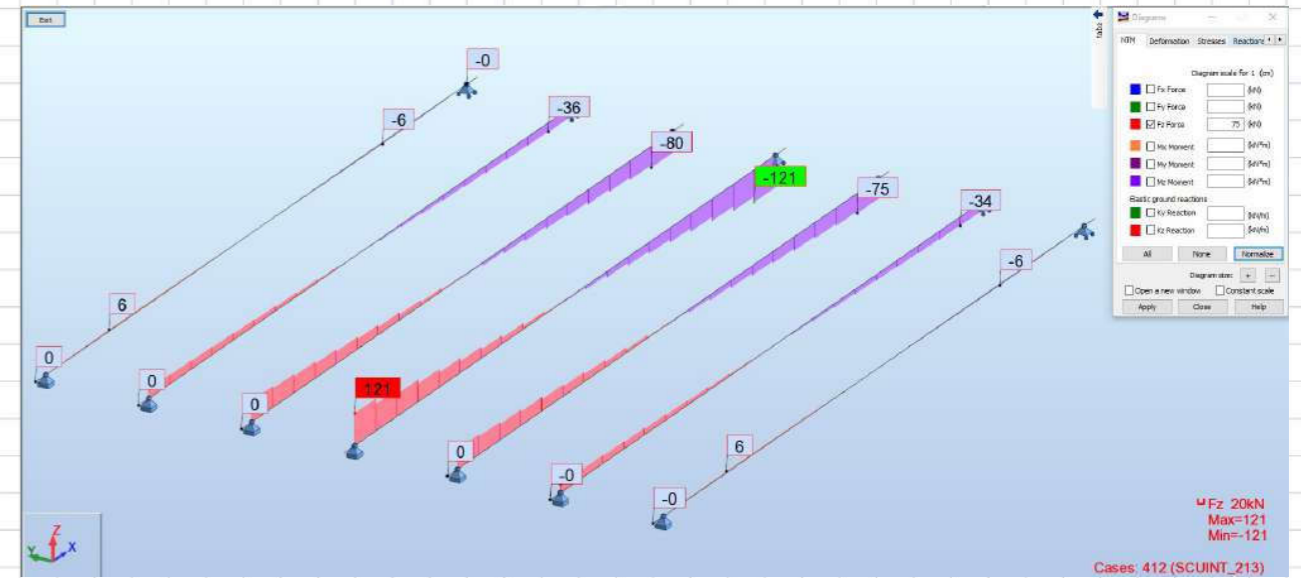
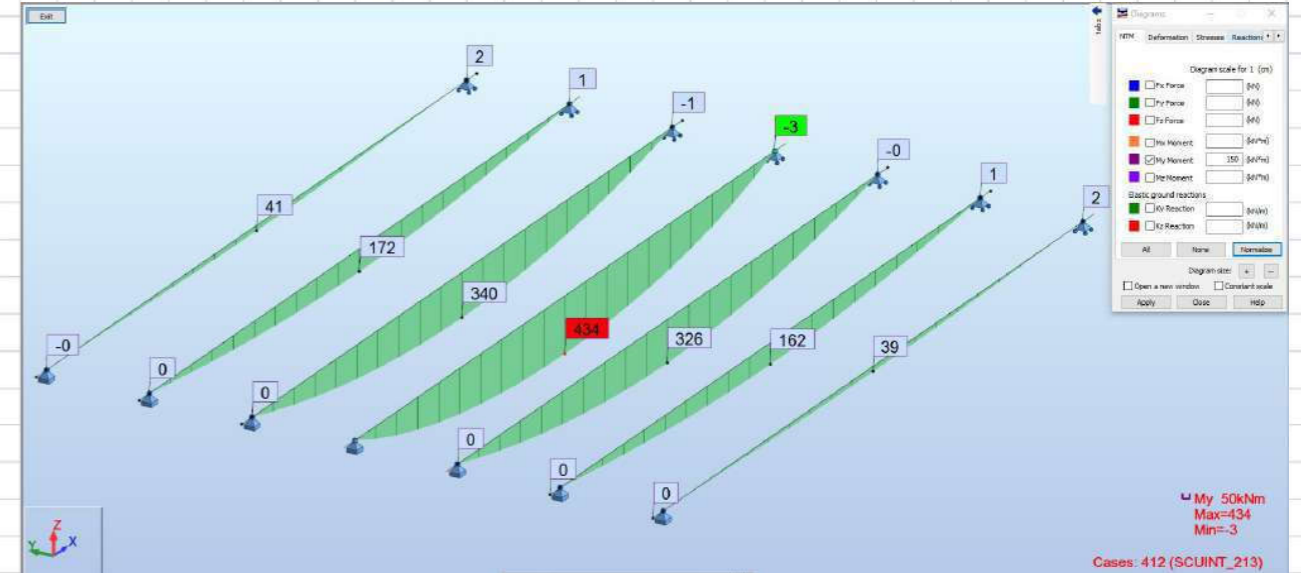
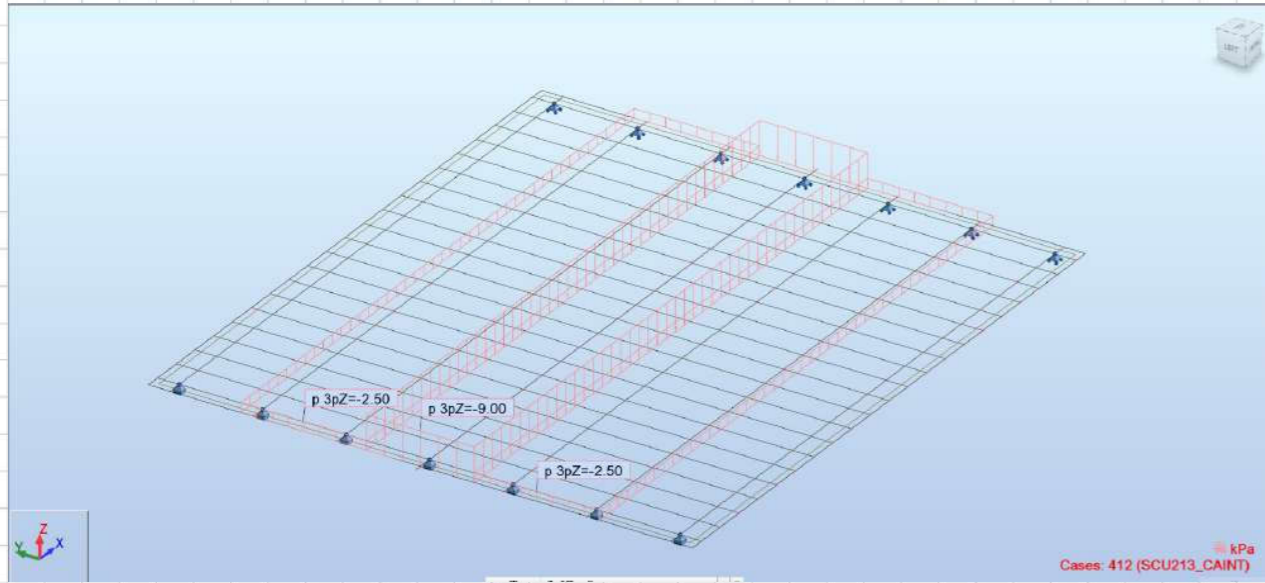
*) SOBRECARGA de USO - CARRILES CENTRADOS (DISPOSICIÓN 1 - 2 - 3):



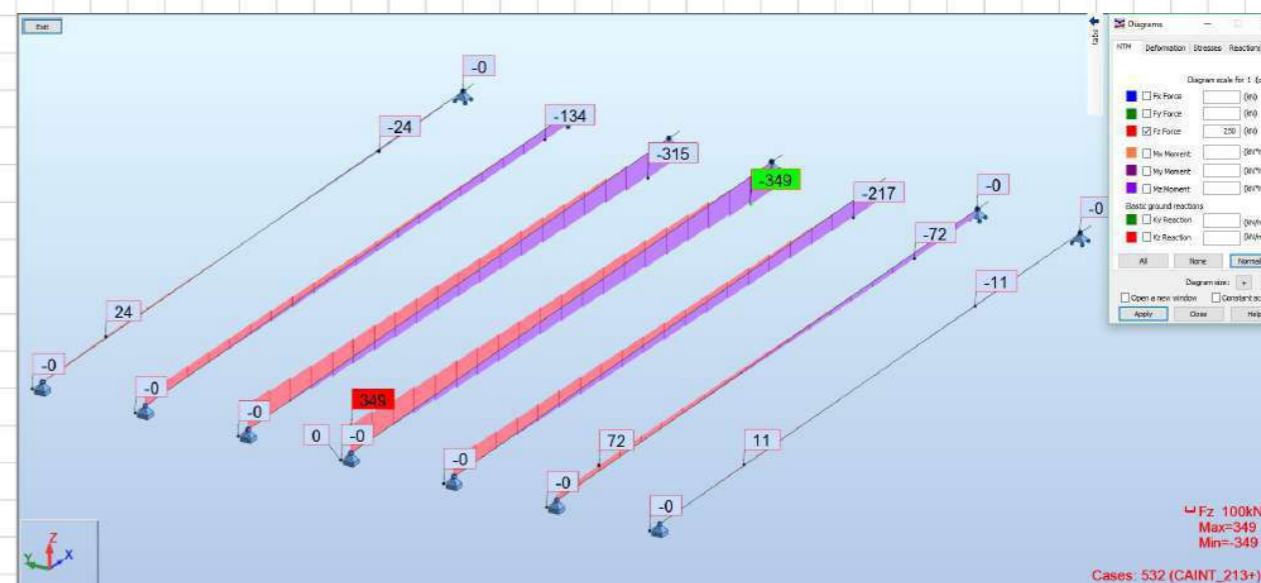
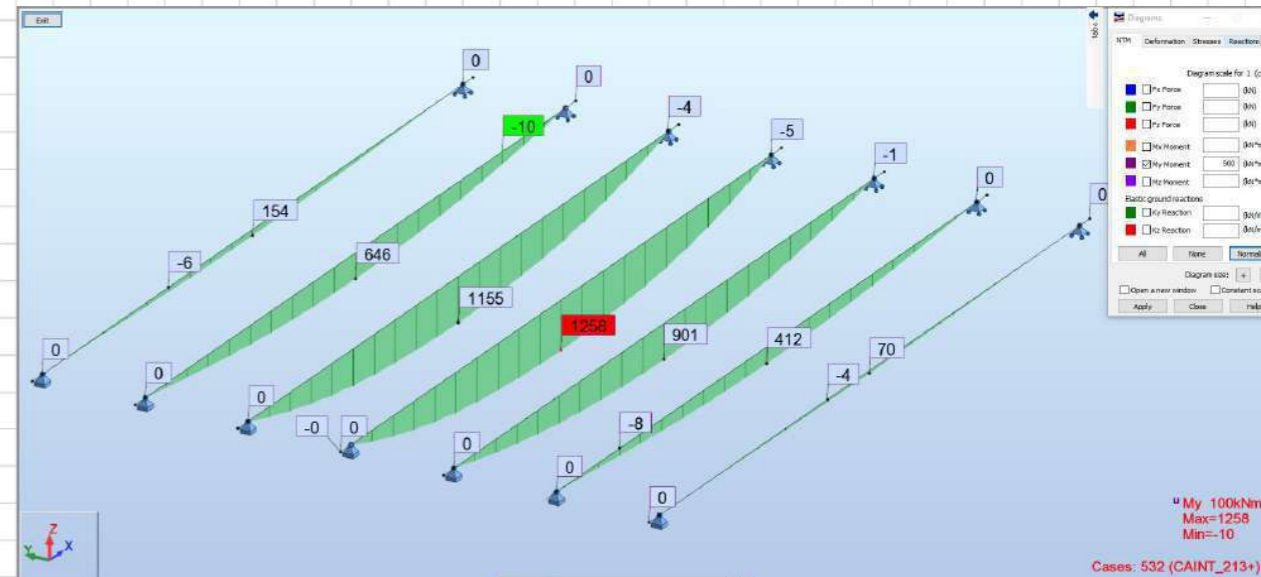
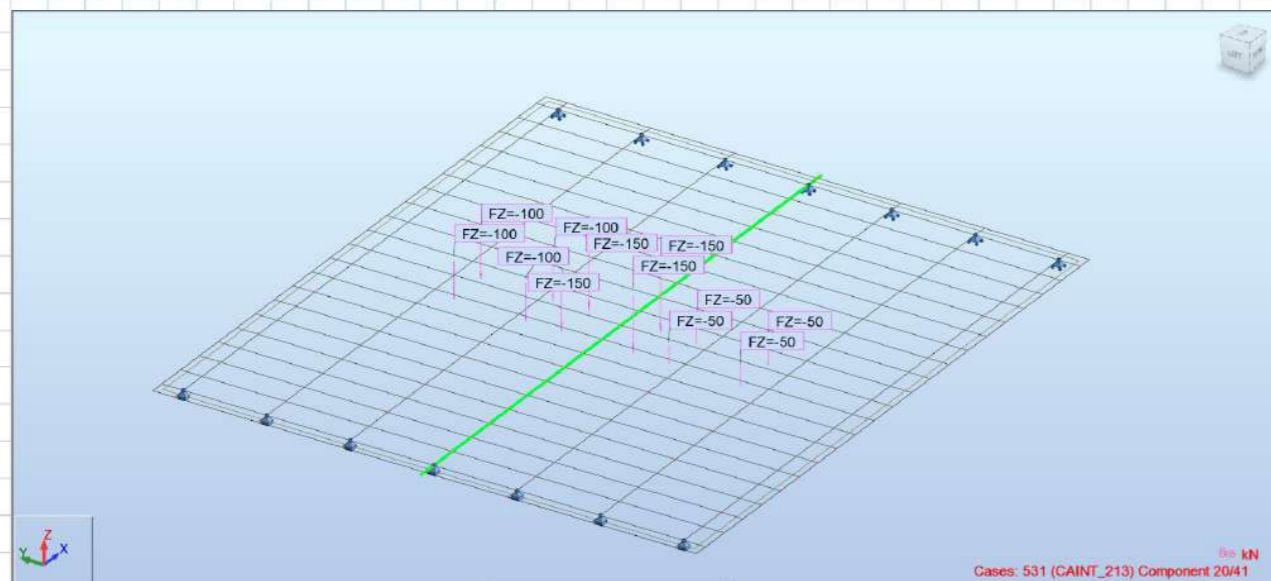
*) SOBRECARGA de VEHÍCULO PESADO - CARRILES CENTRADOS / DISPOSICIÓN 1 - 2 - 3:



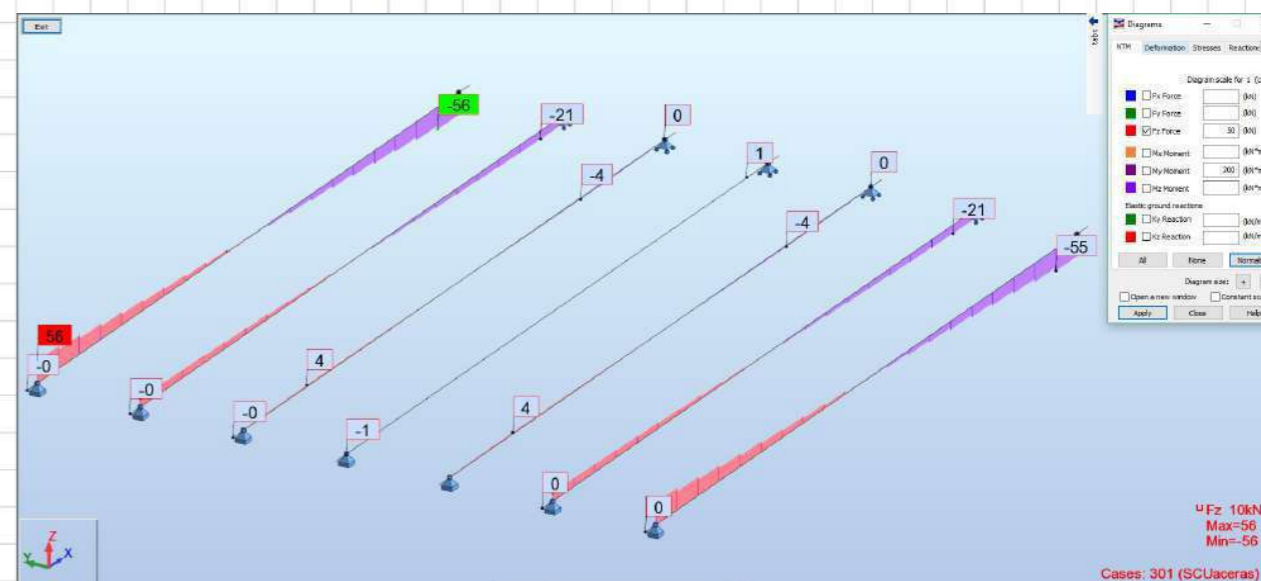
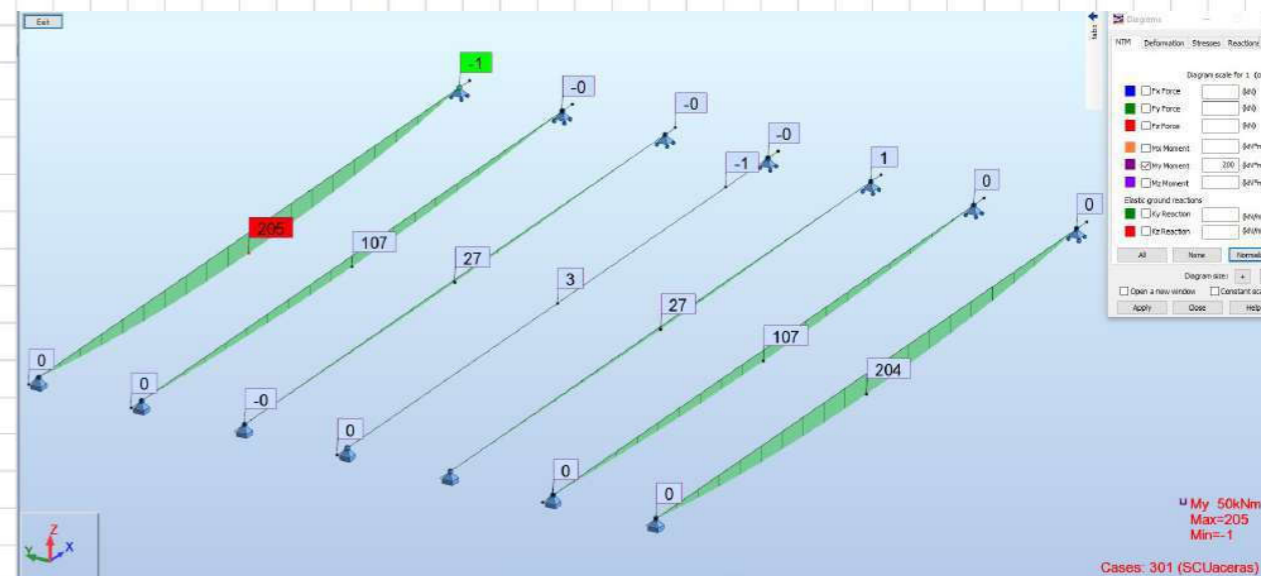
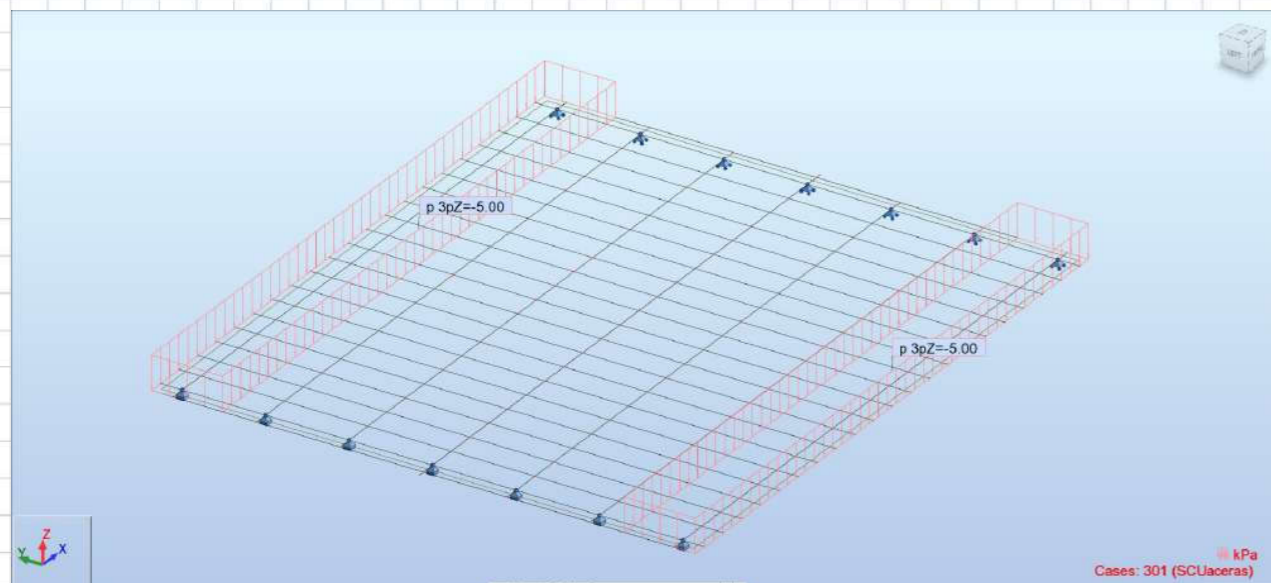
*) SOBRECARGA de USO - CARRILES CENTRADOS / DISPOSICIÓN 2 - 1 - 3:



*) SOBRECARGA de VEHÍCULO PESADO - CARRILES CENTRADOS / DISPOSICIÓN 2 - 1 - 3:

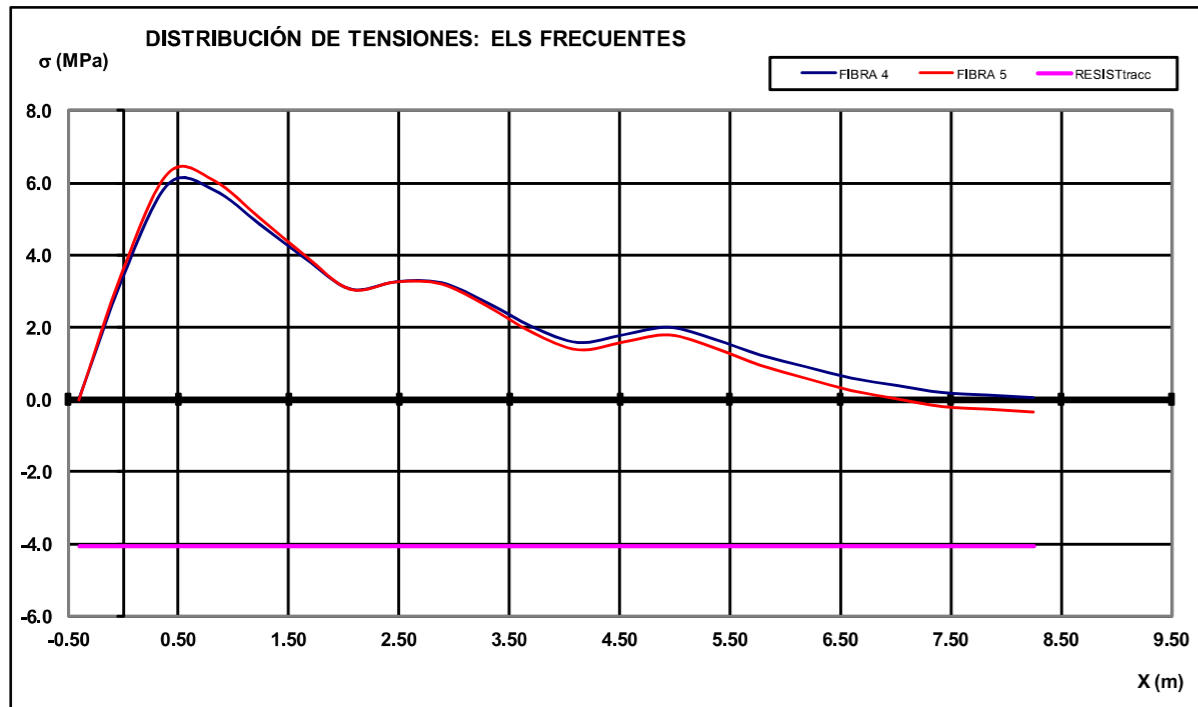


*) SOBRECARGA de USO PEATONAL - ACERAS:



COMBINACIÓN ELS FRECUENTE

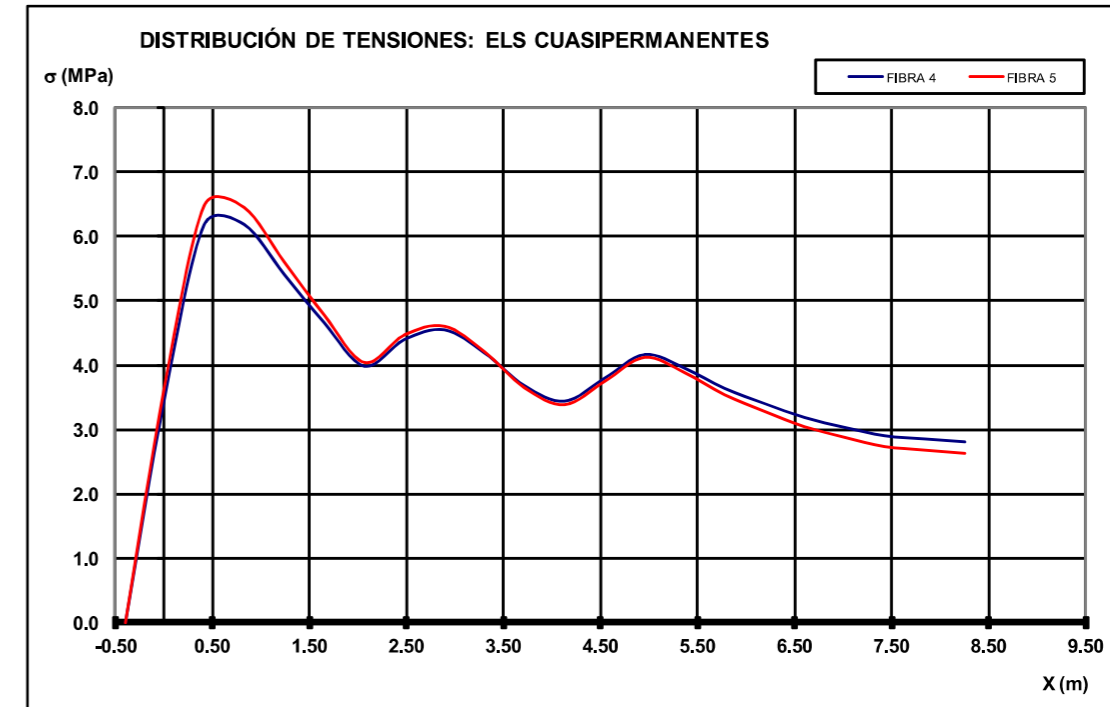
X (m)	Comb. ELS B1		Comb. ELS B2		Comb. ELS B3		Comb. ELS B4		ENV ELS FREC.		RESISTENCIA fctm, fl σ (MPa)
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.07
0.000	4.14	4.38	4.19	4.43	3.41	3.60	3.46	3.65	3.41	3.60	-4.07
0.413	7.40	7.77	7.59	7.98	5.99	6.29	6.18	6.50	5.99	6.29	-4.07
0.825	7.31	7.62	7.69	8.03	5.81	6.06	6.19	6.47	5.81	6.06	-4.07
1.238	6.28	6.48	6.84	7.09	4.87	5.03	5.43	5.64	4.87	5.03	-4.07
1.650	5.24	5.34	6.01	6.16	3.91	3.99	4.68	4.81	3.91	3.99	-4.07
2.063	4.31	4.31	5.26	5.34	3.06	3.06	4.01	4.08	3.06	3.06	-4.07
2.475	4.74	4.76	5.89	5.99	3.27	3.26	4.41	4.49	3.27	3.26	-4.07
2.888	4.81	4.80	6.14	6.23	3.24	3.21	4.56	4.63	3.24	3.21	-4.07
3.300	4.25	4.16	5.76	5.80	2.68	2.59	4.20	4.23	2.68	2.59	-4.07
3.713	3.51	3.36	5.21	5.17	2.01	1.86	3.70	3.68	2.01	1.86	-4.07
4.125	3.12	2.92	5.00	4.95	1.58	1.39	3.46	3.41	1.58	1.39	-4.07
4.538	3.46	3.26	5.47	5.42	1.79	1.60	3.80	3.76	1.79	1.60	-4.07
4.950	3.79	3.59	5.97	5.93	2.00	1.80	4.17	4.13	2.00	1.80	-4.07
5.363	3.45	3.21	5.74	5.68	1.67	1.43	3.96	3.90	1.67	1.43	-4.07
5.775	2.98	2.69	5.39	5.28	1.23	0.96	3.64	3.55	1.23	0.96	-4.07
6.188	2.63	2.30	5.13	5.00	0.90	0.60	3.41	3.29	0.90	0.60	-4.07
6.600	2.29	1.93	4.88	4.71	0.59	0.26	3.18	3.04	0.59	0.26	-4.07
7.013	2.06	1.68	4.71	4.53	0.38	0.03	3.03	2.88	0.38	0.03	-4.07
7.425	1.85	1.45	4.57	4.37	0.18	-0.18	2.90	2.73	0.18	-0.18	-4.07
7.838	1.78	1.36	4.51	4.31	0.11	-0.26	2.85	2.68	0.11	-0.26	-4.07
8.250	1.70	1.28	4.46	4.25	0.04	-0.34	2.80	2.63	0.04	-0.34	-4.07



NOTA: COMPRESIONES (+)

COMBINACIÓN ELS CUASIPERMANENTE

X (m)	Comb. ELS C1		Comb. ELS C2		Comb. ELS C3		Comb. ELS C4		ENV ELS CUASIP.	
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	4.19	4.43	4.20	4.44	3.45	3.65	3.46	3.66	3.45	3.65
0.413	7.58	7.97	7.59	7.98	6.18	6.49	6.19	6.50	6.18	6.49
0.825	7.67	8.02	7.68	8.02	6.18	6.46	6.19	6.47	6.18	6.46
1.238	6.82	7.06	6.84	7.09	5.41	5.61	5.43	5.64	5.41	5.61
1.650	5.98	6.13	6.01	6.17	4.65	4.78	4.69	4.82	4.65	4.78
2.063	5.24	5.31	5.27	5.34	3.98	4.05	4.01	4.08	3.98	4.05
2.475	5.87	5.98	5.90	6.01	4.39	4.48	4.43	4.51	4.39	4.48
2.888	6.12	6.21	6.16	6.25	4.55	4.61	4.59	4.66	4.55	4.61
3.300	5.75	5.79	5.80	5.84	4.19	4.22	4.24	4.27	4.19	4.22
3.713	5.19	5.15	5.24	5.22	3.68	3.66	3.74	3.72	3.68	3.66
4.125	4.98	4.93	5.05	5.00	3.44	3.39	3.50	3.46	3.44	3.39
4.538	5.46	5.42	5.53	5.49	3.79	3.75	3.86	3.82	3.79	3.75
4.950	5.96	5.92	6.03	6.00	4.16	4.13	4.24	4.21	4.16	4.13
5.363	5.74	5.67	5.82	5.76	3.95	3.89	4.03	3.98	3.95	3.89
5.775	5.39	5.28	5.47	5.37	3.64	3.55	3.72	3.64	3.64	3.55
6.188	5.13	4.99	5.22	5.09	3.40	3.29	3.49	3.38	3.40	3.29
6.600	4.88	4.72	4.97	4.82	3.18	3.05	3.27	3.15	3.18	3.05
7.013	4.72	4.53	4.81	4.64	3.03	2.88	3.13	2.99	3.03	2.88
7.425	4.57	4.37	4.67	4.48	2.90	2.74	3.00	2.85	2.90	2.74
7.838	4.52	4.31	4.61	4.42	2.85	2.69	2.95	2.79	2.85	2.69
8.250	4.47	4.26	4.56	4.36	2.81	2.64	2.90	2.74	2.81	2.64



NOTA: COMPRESIONES (+)



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU FLEXIÓN (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA		ACERO ACTIVO		ACERO PASIVO	
f_{ck}	25 MPa	f_{pyk}	1636.8 MPa	f_{yk}	500 MPa
γ_c	1.5	γ_s	1.15	γ_s	1.15
α_{cc}	0.85	f_{pyd}	1423.3 MPa	f_{yd}	434.8 MPa
f_{cd}	14.2 MPa	E_p	190000 MPa	E_s	200000 MPa
		ϵ_{pyd}	0.00749	ϵ_{yd}	0.00217
f_{ck_VIGA}	50 MPa		7.49 ‰		2.17 ‰

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

X (m)	b _{LOSA} (m)	h _{LOSA} (m)	h _{PREL} (m)	b _{DALMA} (m)	h _{VIGA} (m)	A _p (cm ²)	F _{pd} (kN)	Z _p (m)	A _s (cm ²)	F _{sd} (kN)	Z _s (m)	F _{totd} (kN)	ΔF _{td} (kN)	CDG _{arm} (m)
-0.400	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.800	0.0	0.0	0.800
0.000	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	6.16	876.4	0.630	0.00	0.0	0.800	876.4	405.0	0.630
0.413	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	12.51	1781.0	0.630	0.00	0.0	0.800	1781.1	401.0	0.630
0.825	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	14.00	1992.6	0.630	0.00	0.0	0.800	1992.7	390.8	0.630
1.238	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	14.00	1992.6	0.630	0.00	0.0	0.800	1992.7	244.1	0.630
1.650	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	14.00	1992.6	0.630	0.00	0.0	0.800	1992.7	232.7	0.630
2.063	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	14.00	1992.6	0.630	0.00	0.0	0.800	1992.7	230.0	0.630
2.475	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	15.16	2157.1	0.658	0.00	0.0	0.800	2157.2	216.9	0.658
2.888	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	16.43	2338.0	0.658	0.00	0.0	0.800	2338.1	216.5	0.658
3.300	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	16.80	2391.2	0.658	0.00	0.0	0.800	2391.2	199.5	0.658
3.713	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	16.80	2391.2	0.658	0.00	0.0	0.800	2391.2	197.4	0.658
4.125	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	16.88	2402.1	0.671	0.00	0.0	0.800	2402.2	177.6	0.671
4.538	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	18.15	2583.0	0.671	0.00	0.0	0.800	2583.1	177.3	0.671
4.950	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.42	2764.0	0.671	0.00	0.0	0.800	2764.0	156.3	0.671
5.363	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	154.5	0.671
5.775	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	131.9	0.671
6.188	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	129.9	0.671
6.600	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	89.8	0.671
7.013	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	85.7	0.671
7.425	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	36.5	0.671
7.838	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	32.4	0.671
8.250	1.763	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.671	0.00	0.0	0.800	2789.7	0.0	0.671

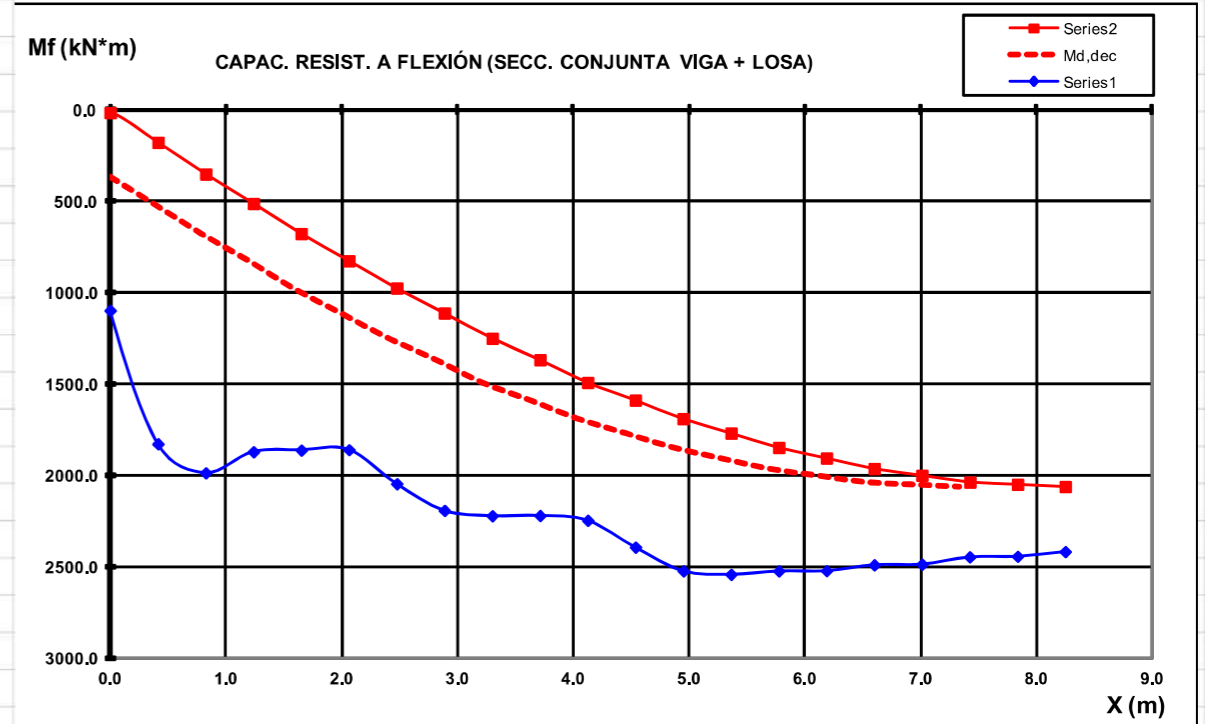
ESFUERZOS DE CÁLCULO

X (m)	X _{dec} (m)	M _d (kN)	N _d (kN)
-0.400	-1.450	0.0	0.0
0.000	-0.880	11.5	0.0
0.413	-0.467	175.5	0.0
0.825	-0.055	348.3	0.0
1.238	0.358	509.6	0.0
1.650	0.770	674.3	0.0
2.063	1.183	822.8	0.0
2.475	1.567	973.4	0.0
2.888	1.979	1109.7	0.0
3.300	2.392	1247.4	0.0
3.713	2.804	1365.5	0.0
4.125	3.204	1489.7	0.0
4.538	3.616	1586.3	0.0
4.950	4.029	1687.5	0.0
5.363	4.441	1766.5	0.0
5.775	4.854	1844.8	0.0
6.188	5.266	1903.5	0.0
6.600	5.679	1960.2	0.0
7.013	6.091	1997.3	0.0
7.425	6.504	2033.8	0.0
7.838	6.916	2046.6	0.0
8.250	7.329	2059.4	0.0

CAPACIDAD RESISTENTE SECCIÓN CONJUNTA (VIGA + LOSA)

F _{totd} (kN)	X _{FN} (m)	Z (m)	Mu (kN*m)	Md (kN*m)	γ	CHECK
0.0	0.000	1.050	0.0	0.0	#DIV/0!	OK!
1281.4	0.064	0.854	1094.8	11.5	95.41	OK!
2182.0	0.109	0.836	1824.8	175.5	10.40	OK!
2383.5	0.119	0.832	1983.7	348.3	5.70	OK!
2236.8	0.112	0.835	1868.2	509.6	3.67	OK!
2225.3	0.111	0.835	1859.1	674.3	2.76	OK!
2222.6	0.111	0.835	1857.0	822.8	2.26	OK!
2374.1	0.119	0.861	2043.6	973.4	2.10	OK!
2554.6	0.128	0.857	2189.8	1109.7	1.97	OK!
2590.7	0.130	0.856	2218.8	1247.4	1.78	OK!
2588.6	0.130	0.856	2217.2	1365.5	1.62	OK!
2579.8	0.129	0.870	2243.8	1489.7	1.51	OK!
2760.3	0.138	0.866	2390.9	1586.3	1.51	OK!
2920.3	0.146	0.863	2520.1	1687.5	1.49	OK!
2944.2	0.147	0.862	2539.3	1766.5	1.44	OK!
2921.6	0.146	0.863	2521.1	1844.8	1.37	OK!
2919.6	0.146	0.863	2519.5	1903.5	1.32	OK!
2879.5	0.144	0.864	2487.2	1960.2	1.27	OK!
2875.4	0.144	0.864	2484.0	1997.3	1.24	OK!
2826.2	0.141	0.865	2444.2	2033.8	1.20	OK!
2822.1	0.141	0.865	2440.9	2046.6	1.19	OK!
2789.7	0.140	0.866	2414.7	2059.4	1.17	OK!

M_f (kN*m) CAPAC. RESIST. A FLEXIÓN (SECC. CONJUNTA VIGA + LOSA)



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU CORTANTE (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN VIGA

f_{ck} 50 MPa
 γ_c 1.5
 f_{cd} 33.3 MPa

ACERO CERCOS

f_{ak} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{sd} 400.0 MPa

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

X (m)	b0 (m)	d (m)	z (m)	A_{s1} (cm ²)	A_{secc} (m ²)	α °	θ °	CHECK
-0.400	0.120	1.050	1.050	0.0	0.6288	90.0	45.0	OK!
0.000	0.120	0.880	0.854	6.2	0.6288	90.0	45.0	OK!
0.413	0.120	0.880	0.836	12.5	0.6288	90.0	45.0	OK!
0.825	0.120	0.880	0.832	14.0	0.6288	90.0	45.0	OK!
1.238	0.120	0.880	0.835	14.0	0.6288	90.0	45.0	OK!
1.650	0.120	0.880	0.835	14.0	0.6288	90.0	45.0	OK!
2.063	0.120	0.880	0.835	14.0	0.6288	90.0	45.0	OK!
2.475	0.120	0.908	0.861	15.2	0.6288	90.0	45.0	OK!
2.888	0.120	0.908	0.857	16.4	0.6288	90.0	45.0	OK!
3.300	0.120	0.908	0.856	16.8	0.6288	90.0	45.0	OK!
3.713	0.120	0.908	0.856	16.8	0.6288	90.0	45.0	OK!
4.125	0.120	0.921	0.870	16.9	0.6288	90.0	45.0	OK!
4.538	0.120	0.921	0.866	18.1	0.6288	90.0	45.0	OK!
4.950	0.120	0.921	0.863	19.4	0.6288	90.0	45.0	OK!
5.363	0.120	0.921	0.862	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!
5.775	0.120	0.921	0.863	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!
6.188	0.120	0.921	0.863	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!
6.600	0.120	0.921	0.864	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!
7.013	0.120	0.921	0.864	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!
7.425	0.120	0.921	0.865	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!
7.838	0.120	0.921	0.865	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!
8.250	0.120	0.921	0.866	19.6	0.6288	90.0	45.0	OK!

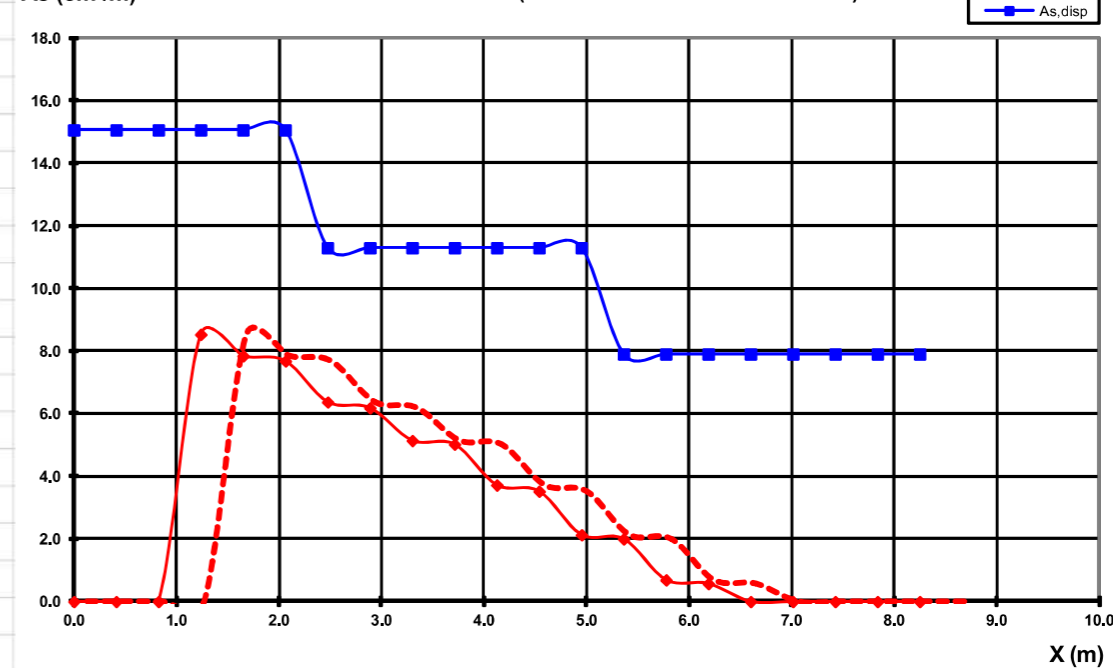
ESFUERZOS DE CÁLCULO

V_{rd} (kN)	N_d (kN)	SIGNO
0.0	0.0	COMP.
405.0	602.6	COMP.
401.0	1224.6	COMP.
390.8	1370.2	COMP.
386.8	1370.2	COMP.
363.8	1370.2	COMP.
358.4	1370.2	COMP.
326.7	1483.3	COMP.
322.7	1607.7	COMP.
287.6	1644.2	COMP.
283.5	1644.2	COMP.
242.3	1651.7	COMP.
238.3	1776.1	COMP.
193.1	1900.5	COMP.
189.0	1918.2	COMP.
143.8	1918.2	COMP.
139.7	1918.2	COMP.
89.8	1918.2	COMP.
85.7	1918.2	COMP.
36.5	1918.2	COMP.
32.4	1918.2	COMP.
0.0	1918.2	COMP.

ARMADURA DISPUESTA Y ARMADURA MÍNIMA

X (m)	Xdec (m)	$A_{s,nec}$ (cm ² /m)	$A_{s,disp}$ (cm ² /m)	$A_{s,min}$ (cm ² /m)	$f_{ct,m}$ (MPa)	V_{rd} / V_{u1}	$s_{t,max}$ (m)
-0.400	0.125	0.0	15.1	f12 0.15	4.1	0.00	0.300
0.000	0.440	0.0	15.1		4.1	0.37	0.300
0.413	0.853	0.0	15.1		4.1	0.36	0.300
0.825	1.265	0.0	15.1		4.1	0.35	0.300
1.238	1.678	8.5	15.1		4.1	0.34	0.300
1.650	2.090	7.8	15.1		4.1	0.32	0.300
2.063	2.503	7.7	15.1		4.1	0.32	0.300
2.475	2.929	6.4	11.3	f12 0.20	4.1	0.28	0.300
2.888	3.342	6.2	11.3		4.1	0.27	0.300
3.300	3.754	5.1	11.3		4.1	0.24	0.300
3.713	4.167	5.0	11.3		4.1	0.24	0.300
4.125	4.586	3.7	11.3		4.1	0.20	0.300
4.538	4.998	3.5	11.3		4.1	0.20	0.300
4.950	5.411	2.1	11.3		4.1	0.16	0.300
5.363	5.823	2.0	7.9	f10 0.20	4.1	0.16	0.300
5.775	6.236	0.7	7.9		4.1	0.12	0.300
6.188	6.648	0.6	7.9		4.1	0.12	0.300
6.600	7.061	0.0	7.9		4.1	0.07	0.300
7.013	7.473	0.0	7.9		4.1	0.07	0.300
7.425	7.886	0.0	7.9		4.1	0.03	0.300
7.838	8.298	0.0	7.9		4.1	0.03	0.300
8.250	8.711	0.0	7.9		4.1	0.00	0.300

As (cm²/m) CAPAC. RESIST. A CORTANTE (SECC. CONJUNTA VIGA + LOSA)





PROYECTO:

FECHA:

HOJA:

DE

CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU RASANTE VIGA - LOSA (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA

f_{ck} 25 MPa
γ_c 1.5
f_{ctd} 16.7 MPa
f_{ctst} 1.20 MPa

ACERO CERCOS

f_{yk} 500 MPa
γ_s 1.15
f_{yk} 400.0 MPa

TIPO RUGOSIDAD ALTA
τ_{r,lim} (kPa) = 2394.0

ELU RASANTE: ESFUERZOS DE CÁLCULO

Table with 7 columns: X (m), b_{junta} (m), Lr (m), ΔC (kN), τ_{plast} (kPa), Vd (kN), Z (m), τ_{m,d} (kPa). Rows show values for various X positions from -0.400 to 8.250.

ELU RASANTE: COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE LA JUNTA

Table with 7 columns: β, μ, α, A_{o,disp} (cm²/m), CASO TIPO, τ_{r,u} (kPa), CHECK. Rows show values for various β, μ, α combinations and cases.



PROYECTO:

FECHA:

HOJA:

DE

Diligencia para que se fir constar que o documento coincide co contido no expediente aprobado inicialmente o 07/07/2023. Xefe do Servizo de Planificación e Ordenación do Solo. Alberto Feijoo Rodríguez.

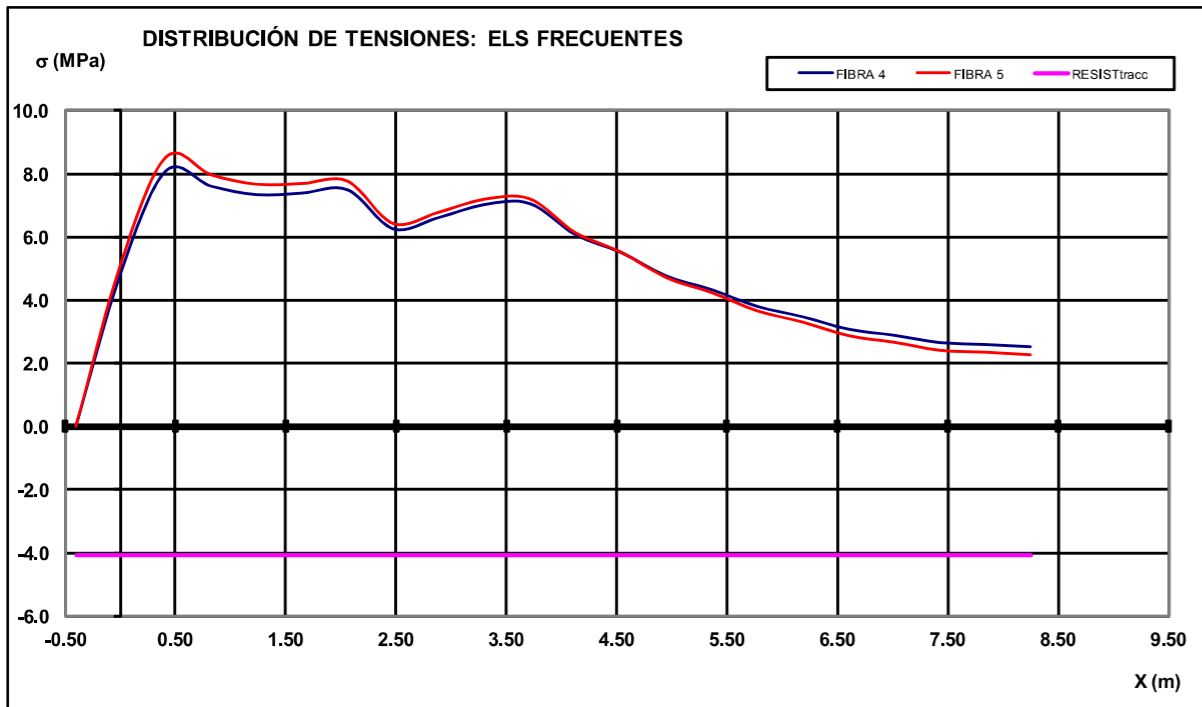
INSTITUTO GALLEGO DA VIVENDA E SOLO

CVE: 6XUJOYftrZF9 Verificador: https://sede.xunta.gal/cve



COMBINACIÓN ELS FRECUENTE

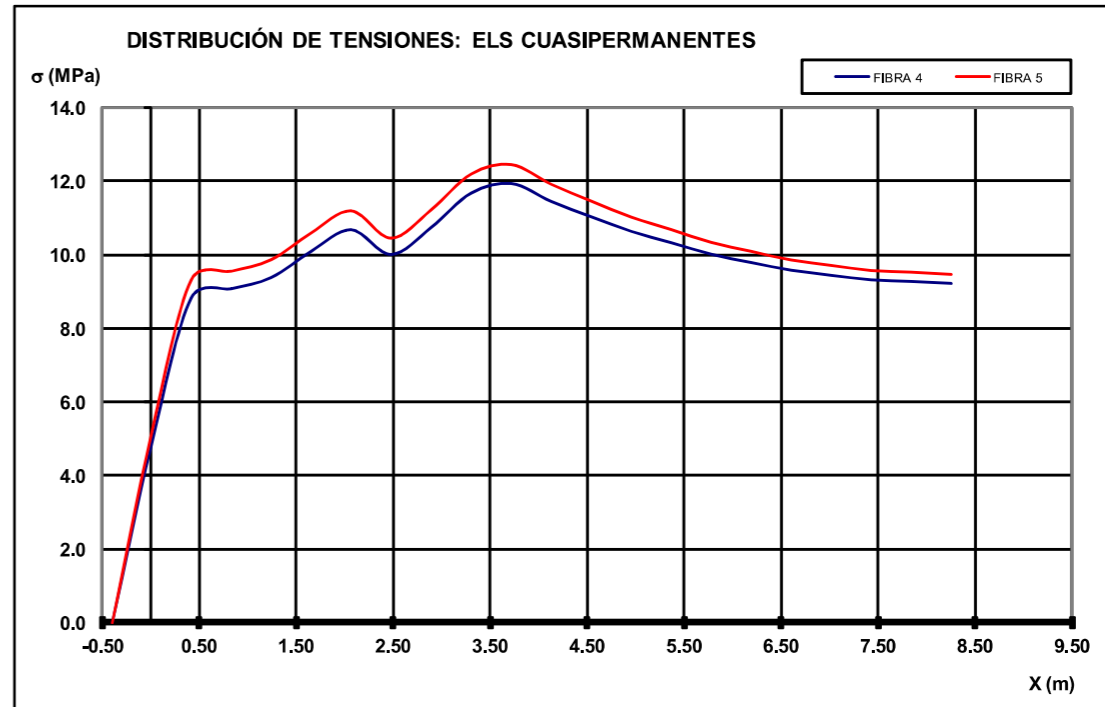
X (m)	Comb. ELS B1		Comb. ELS B2		Comb. ELS B3		Comb. ELS B4		ENV ELS FREC.		RESISTENCIA fctm, fl σ (MPa)
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.07
0.000	6.01	6.37	6.04	6.40	4.81	5.08	4.84	5.12	4.81	5.08	-4.07
0.413	10.42	10.98	11.15	11.76	8.10	8.52	8.83	9.30	8.10	8.52	-4.07
0.825	10.13	10.61	11.59	12.17	7.63	7.97	9.08	9.54	7.63	7.97	-4.07
1.238	10.14	10.62	12.15	12.78	7.35	7.67	9.37	9.83	7.35	7.67	-4.07
1.650	10.49	10.94	13.15	13.80	7.41	7.69	10.07	10.55	7.41	7.69	-4.07
2.063	10.83	11.27	13.96	14.62	7.51	7.76	10.64	11.12	7.51	7.76	-4.07
2.475	9.51	9.82	13.19	13.76	6.27	6.42	9.94	10.36	6.27	6.42	-4.07
2.888	10.19	10.53	14.23	14.86	6.63	6.79	10.67	11.12	6.63	6.79	-4.07
3.300	10.93	11.28	15.47	16.15	7.04	7.19	11.58	12.07	7.04	7.19	-4.07
3.713	11.10	11.43	15.85	16.52	7.07	7.21	11.82	12.30	7.07	7.21	-4.07
4.125	10.06	10.29	15.28	15.89	6.09	6.14	11.31	11.74	6.09	6.14	-4.07
4.538	9.44	9.61	14.81	15.36	5.52	5.52	10.89	11.28	5.52	5.52	-4.07
4.950	8.64	8.73	14.34	14.84	4.77	4.71	10.47	10.82	4.77	4.71	-4.07
5.363	8.17	8.21	13.97	14.43	4.34	4.24	10.14	10.45	4.34	4.24	-4.07
5.775	7.60	7.58	13.61	14.02	3.81	3.66	9.81	10.10	3.81	3.66	-4.07
6.188	7.24	7.19	13.34	13.73	3.48	3.30	9.58	9.84	3.48	3.30	-4.07
6.600	6.82	6.73	13.09	13.45	3.08	2.87	9.35	9.60	3.08	2.87	-4.07
7.013	6.61	6.50	12.93	13.28	2.89	2.66	9.21	9.44	2.89	2.66	-4.07
7.425	6.37	6.23	12.78	13.11	2.66	2.41	9.08	9.29	2.66	2.41	-4.07
7.838	6.30	6.15	12.72	13.04	2.60	2.34	9.02	9.23	2.60	2.34	-4.07
8.250	6.22	6.06	12.67	12.98	2.52	2.26	8.97	9.18	2.52	2.26	-4.07



NOTA: COMPRESIONES (+)

COMBINACIÓN ELS CUASIPERMANENTE

X (m)	Comb. ELS C1		Comb. ELS C2		Comb. ELS C3		Comb. ELS C4		ENV ELS CUASIP.	
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	6.01	6.37	6.01	6.37	4.81	5.09	4.81	5.09	4.81	5.09
0.413	11.15	11.77	11.18	11.79	8.83	9.30	8.85	9.33	8.83	9.30
0.825	11.59	12.18	11.64	12.23	9.09	9.54	9.14	9.60	9.09	9.54
1.238	12.18	12.80	12.24	12.88	9.39	9.85	9.46	9.93	9.39	9.85
1.650	13.18	13.83	13.27	13.93	10.11	10.58	10.20	10.68	10.11	10.58
2.063	14.02	14.68	14.13	14.80	10.70	11.18	10.80	11.30	10.70	11.18
2.475	13.26	13.84	13.38	13.97	10.02	10.44	10.14	10.57	10.02	10.44
2.888	14.32	14.95	14.46	15.10	10.75	11.21	10.90	11.36	10.75	11.21
3.300	15.58	16.27	15.74	16.44	11.69	12.18	11.85	12.35	11.69	12.18
3.713	15.98	16.66	16.15	16.84	11.95	12.44	12.12	12.62	11.95	12.44
4.125	15.43	16.05	15.61	16.24	11.46	11.90	11.64	12.09	11.46	11.90
4.538	14.97	15.53	15.16	15.74	11.05	11.45	11.24	11.66	11.05	11.45
4.950	14.52	15.03	14.72	15.25	10.65	11.01	10.85	11.23	10.65	11.01
5.363	14.17	14.65	14.38	14.87	10.34	10.67	10.55	10.89	10.34	10.67
5.775	13.82	14.25	14.04	14.49	10.03	10.33	10.25	10.56	10.03	10.33
6.188	13.57	13.97	13.79	14.21	9.80	10.08	10.03	10.32	9.80	10.08
6.600	13.33	13.71	13.56	13.95	9.59	9.85	9.82	10.09	9.59	9.85
7.013	13.18	13.54	13.41	13.79	9.46	9.70	9.69	9.95	9.46	9.70
7.425	13.04	13.38	13.27	13.63	9.33	9.56	9.56	9.81	9.33	9.56
7.838	12.99	13.32	13.22	13.57	9.29	9.51	9.52	9.76	9.29	9.51
8.250	12.93	13.26	13.17	13.51	9.23	9.45	9.47	9.71	9.23	9.45



NOTA: COMPRESIONES (+)



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU FLEXIÓN (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA

f_{ck} 25 MPa
 γ_c 1.5
 α_{cc} 0.85
 f_{cd} 14.2 MPa
 $f_{ck,VIGA}$ 50 MPa

ACERO ACTIVO

f_{pyk} 1636.8 MPa
 γ_s 1.15
 f_{pyd} 1423.3 MPa
 E_p 190000 MPa
 ϵ_{pyd} 0.00749
 ϵ_{yk} 7.49 ‰

ACERO PASIVO

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{yd} 434.8 MPa
 E_s 200000 MPa
 ϵ_{yd} 0.00217
 ϵ_{yk} 2.17 ‰

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

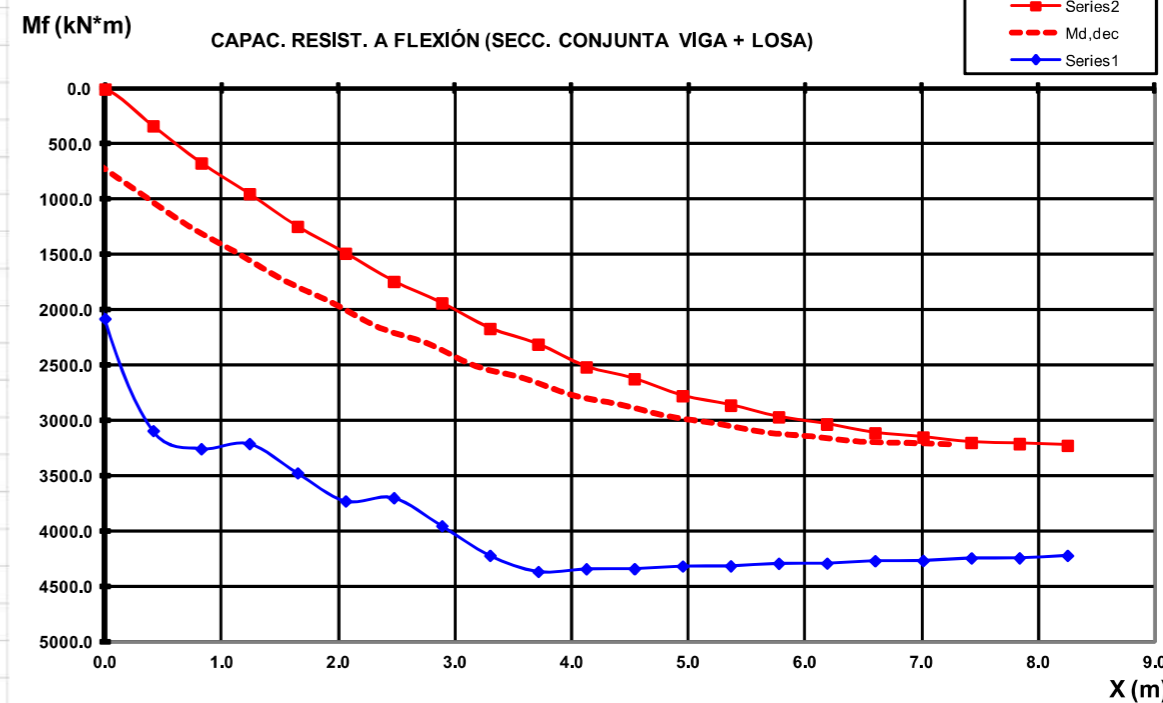
X (m)	b _{LOSA} (m)	h _{LOSA} (m)	h _{PREL} (m)	b _{ALMA} (m)	h _{VIGA} (m)	A _p (cm ²)	F _{pd} (kN)	Z _p (m)	A _s (cm ²)	F _{sd} (kN)	Z _s (m)	F _{total} (kN)	ΔF _{td} (kN)	CDG _{arm} (m)
-0.400	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	0.00	0.0	0.000	6.28	273.0	0.800	273.0	0.0	0.800
0.000	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	8.62	1226.8	0.650	6.28	273.0	0.800	1499.9	826.9	0.677
0.413	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	17.52	2493.3	0.650	6.28	273.0	0.800	2766.4	822.8	0.665
0.825	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.650	6.28	273.0	0.800	3062.7	737.1	0.663
1.238	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	20.45	2910.3	0.683	6.28	273.0	0.800	3183.3	424.3	0.693
1.650	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	22.99	3272.2	0.683	6.28	273.0	0.800	3545.2	386.2	0.692
2.063	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	25.20	3586.7	0.683	6.28	273.0	0.800	3859.8	386.5	0.692
2.475	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	25.20	3586.7	0.683	6.28	273.0	0.800	3859.8	350.1	0.692
2.888	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	26.97	3838.9	0.695	6.28	273.0	0.800	4112.0	350.0	0.702
3.300	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	29.51	4200.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4473.8	323.1	0.702
3.713	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	322.4	0.702
4.125	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	292.4	0.702
4.538	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	290.4	0.702
4.950	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	260.7	0.702
5.363	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	258.7	0.702
5.775	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	230.0	0.702
6.188	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	227.9	0.702
6.600	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	199.9	0.702
7.013	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	197.9	0.702
7.425	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	170.6	0.702
7.838	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	168.5	0.702
8.250	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	140.9	0.702

ESFUERZOS DE CÁLCULO

X (m)	X _{dec} (m)	M _d (kN)	N _d (kN)
-0.400	-1.450	0.0	0.0
0.000	-0.927	0.0	0.0
0.413	-0.502	334.1	0.0
0.825	-0.088	669.6	0.0
1.238	0.294	948.4	0.0
1.650	0.708	1244.0	0.0
2.063	1.121	1485.7	0.0
2.475	1.533	1739.5	0.0
2.888	1.935	1935.9	0.0
3.300	2.348	2164.7	0.0
3.713	2.761	2307.2	0.0
4.125	3.173	2512.4	0.0
4.538	3.586	2621.0	0.0
4.950	3.998	2774.3	0.0
5.363	4.411	2859.3	0.0
5.775	4.823	2966.0	0.0
6.188	5.236	3030.1	0.0
6.600	5.648	3110.4	0.0
7.013	6.061	3148.2	0.0
7.425	6.473	3195.5	0.0
7.838	6.886	3206.9	0.0
8.250	7.298	3221.8	0.0

CAPACIDAD RESISTENTE SECCIÓN CONJUNTA (VIGA + LOSA)

F _{total} (kN)	X _{FN} (m)	Z (m)	Mu (kN*m)	Md (kN*m)	γ	CHECK
273.0	0.010	1.046	285.6	0.0	#DIV/0!	OK!
2326.7	0.088	0.892	2075.4	0.0	#DIV/0!	OK!
3589.2	0.136	0.860	3087.9	334.1	9.24	OK!
3799.8	0.144	0.856	3251.5	669.6	4.86	OK!
3607.6	0.137	0.889	3205.7	948.4	3.38	OK!
3931.4	0.149	0.883	3470.0	1244.0	2.79	OK!
4246.3	0.161	0.877	3724.6	1485.7	2.51	OK!
4209.9	0.160	0.878	3694.9	1739.5	2.12	OK!
4462.0	0.169	0.885	3947.3	1935.9	2.04	OK!
4796.9	0.182	0.879	4216.6	2164.7	1.95	OK!
4979.3	0.189	0.876	4361.8	2307.2	1.89	OK!
4949.2	0.188	0.876	4337.8	2512.4	1.73	OK!
4947.2	0.188	0.876	4336.1	2621.0	1.65	OK!
4917.5	0.187	0.877	4312.3	2774.3	1.55	OK!
4915.5	0.187	0.877	4310.7	2859.3	1.51	OK!
4886.8	0.185	0.877	4287.7	2966.0	1.45	OK!
4884.8	0.185	0.877	4286.1	3030.1	1.41	OK!
4856.8	0.184	0.878	4263.5	3110.4	1.37	OK!
4854.7	0.184	0.878	4261.9	3148.2	1.35	OK!
4827.4	0.183	0.878	4239.9	3195.5	1.33	OK!
4825.4	0.183	0.878	4238.3	3206.9	1.32	OK!
4797.7	0.182	0.879	4216.0	3221.8	1.31	OK!



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU CORTANTE (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN VIGA

f_{ck} 50 MPa
 γ_c 1.5
 f_{cd} 33.3 MPa

ACERO CERCOS

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{sd} 400.0 MPa

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

X (m)	b0 (m)	d (m)	z (m)	A_{s1} (cm ²)	A_{secc} (m ²)	α °	θ °	CHECK
-0.400	0.120	1.050	1.046	6.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.000	0.120	0.927	0.892	14.9	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.413	0.120	0.915	0.860	23.8	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.825	0.120	0.913	0.856	25.9	0.7173	90.0	45.0	OK!
1.238	0.120	0.943	0.889	26.7	0.7173	90.0	45.0	OK!
1.650	0.120	0.942	0.883	29.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.063	0.120	0.942	0.877	31.5	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.475	0.120	0.942	0.878	31.5	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.888	0.120	0.952	0.885	33.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
3.300	0.120	0.952	0.879	35.8	0.7173	90.0	45.0	OK!
3.713	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.125	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.538	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.950	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
5.363	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
5.775	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
6.188	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
6.600	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.013	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.425	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.838	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
8.250	0.120	0.952	0.879	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!

ESFUERZOS DE CÁLCULO

V_{rd} (kN)	N_d (kN)	SIGNO
0.0	0.0	COMP.
826.9	799.5	COMP.
822.8	1624.8	COMP.
737.1	1817.9	COMP.
733.1	1896.5	COMP.
651.4	2132.4	COMP.
647.3	2337.4	COMP.
574.4	2337.4	COMP.
569.0	2501.7	COMP.
509.6	2737.5	COMP.
505.6	2856.8	COMP.
445.5	2856.8	COMP.
441.5	2856.8	COMP.
382.1	2856.8	COMP.
378.0	2856.8	COMP.
320.6	2856.8	COMP.
316.6	2856.8	COMP.
260.6	2856.8	COMP.
256.5	2856.8	COMP.
201.8	2856.8	COMP.
197.8	2856.8	COMP.
142.4	2856.8	COMP.

ARMADURA DISPUESTA Y ARMADURA MÍNIMA

X (m)	Xdec (m)	$A_{a,nec}$ (cm ² /m)	$A_{a,disp}$ (cm ² /m)	$A_{a,min}$ (cm ² /m)	$f_{ct,m}$ (MPa)	V_{rd} / V_{u1}	$s_{t,max}$ (m)	
-0.400	0.125	0.0	26.8	f16 0.15	0.0	4.1	0.00	0.300
0.000	0.464	0.0	26.8		0.0	4.1	0.72	0.278
0.413	0.870	0.0	26.8		0.0	4.1	0.70	0.274
0.825	1.282	0.0	26.8		0.0	4.1	0.62	0.300
1.238	1.709	17.4	26.8		1.6	4.1	0.60	0.300
1.650	2.121	15.0	26.8		1.6	4.1	0.53	0.300
2.063	2.533	14.9	26.8		1.6	4.1	0.52	0.300
2.475	2.946	12.8	26.8		1.6	4.1	0.46	0.300
2.888	3.364	12.4	15.1	f12 0.15	1.6	4.1	0.45	0.300
3.300	3.776	10.6	15.1		1.6	4.1	0.40	0.300
3.713	4.188	10.5	15.1		1.6	4.1	0.40	0.300
4.125	4.601	8.7	15.1		1.6	4.1	0.35	0.300
4.538	5.013	8.6	15.1		1.6	4.1	0.35	0.300
4.950	5.426	6.9	11.3	f12 0.20	1.6	4.1	0.30	0.300
5.363	5.838	6.8	11.3		1.6	4.1	0.30	0.300
5.775	6.251	5.2	11.3		1.6	4.1	0.25	0.300
6.188	6.663	5.1	11.3		1.6	4.1	0.25	0.300
6.600	7.076	3.5	7.9	f10 0.20	1.6	4.1	0.20	0.300
7.013	7.488	3.3	7.9		1.6	4.1	0.20	0.300
7.425	7.901	1.8	7.9		1.6	4.1	0.16	0.300
7.838	8.313	1.7	7.9		1.6	4.1	0.15	0.300
8.250	8.726	0.1	7.9		1.6	4.1	0.11	0.300

As (cm²/m) CAPAC. RESIST. A CORTANTE (SECC. CONJUNTA VIGA + LOSA)

