



euskal trenbide sarea

Proyecto Constructivo de rehabilitación del puente
internacional en Irún
(P.K. 20/929 de la línea Donostia – Hendaia de
E.T.S.)

Anejo – 08

Estructuras

Noviembre 2024





Hoja de control de calidad

Documento	Anejo 8: Estructuras		
Proyecto	SE9887. Proyecto Constructivo de rehabilitación del puente internacional de Irún (P.K. 20/929 de la línea Donostia – Hendaia de E.T.S.)		
Código	SE9887-PC-AN-08-Estructuras-D02.docx		
Autores:	Firma:	ANP	ANP
	Fecha:	30/04/2024	08/11/2024
Verificado	Firma:	JMH	JMH
	Fecha:	30/04/2024	08/11/2024

Índice:

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	1
2.1. ENCEPADO DE REFUERZO.....	1
2.2. RECINTO DE TABLESTACAS.....	2
2.3. PUENTE DE LA AVENIDA.....	3
2.4. NORMATIVA UTILIZADA.....	4
3. ENCEPADO PILAS P1 Y P4	5
3.1. BÁSES DE CÁLCULO.....	5
3.1.1. Ambiente	5
3.1.2. Materiales	5
3.1.3. Recubrimiento	5
3.1.4. Coeficientes parciales de seguridad para los materiales.....	6
3.1.5. Nivel de control de la ejecución	6
3.1.6. Coeficientes de mayoración de acciones.....	6
3.1.7. Combinación de acciones	6
3.1.8. Acciones consideradas	7
3.2. CÁLCULO DEL ENCEPADO	8
3.2.1. Obtención de reacciones del puente.....	8
3.2.2. Modelo de cálculo	11
3.2.3. Esfuerzos resultado modelo sólido	12
3.2.4. Modelo plano del encepado	16
3.2.5. Micropilotes	55
4. RECINTO DE TABLESTACAS.....	60
4.1. BASES DE CÁLCULO.....	60
4.1.1. Ambiente	60
4.1.2. Materiales	60
4.1.3. Coeficientes parciales de seguridad para los materiales.....	60
4.1.4. Nivel de control de la ejecución	60
4.1.5. Coeficientes de mayoración de acciones.....	60
4.1.6. Combinación de acciones	60
4.1.7. Acciones consideradas	61
4.2. MODELO DE CÁLCULO	62
4.2.1. Cálculo de tablestacas	62
4.2.2. Cálculo de puntales.....	66
5. PUENTE LA AVENIDA	69

5.1. BASES DE CÁLCULO	69
5.2. ACCIONES DE CÁLCULO	69
5.2.1. Acciones del Proyecto de rehabilitación del puente Avenida de Irún	69
5.2.2. Acciones debidas a la ejecución del refuerzo del puente Internacional de Irún	70
5.3. COMPARATIVO DE ESTADOS DE CARGA	73
5.3.1. Sentido transversal.....	73
5.3.2. Sentido longitudinal	78
5.3.3. Comprobación modelo completo.....	80
5.3.4. Comprobación de losa.....	82
5.4. CONCLUSIÓN	83

Índice de figuras:

Figura 1. Planta encepado de refuerzo	2
Figura 2. Alzado encepado de refuerzo	2
Figura 3. Planta recinto de tablestacas pila 1	Figura 4. Planta recinto de tablestacas pila 2
.....	3
Figura 5. Alzado recinto de tablestacas pila 1	Figura 6. Alzado recinto de tablestacas pila
2	3
Figura 7. Alzado del puente Avenida de Irún	4
Figura 8. Foto del puente Avenida	Figura 9. Sección transversal
Figura 10. Tren de cargas verticales UIC71.....	7
Figura 11. Tren de cargas de ETS empleado en el presente proyecto	8
Figura 12. Modelo de barras del puente. SAP2000	10
Figura 13. Eje bóvedas. SAP2000	10
Figura 14. Tren centrado en bóveda	Figura 15. Tren centrado en pila (max. Fz)
Figura 16. Tren maximizando Fx	Figura 17. Tren maximizando My.....
Figura 18. Momento longitudinal My [kNm]	Figura 19. Momento transversal Mx
[kNm]	16
Figura 20. Carga repartida [kN/m]	Figura 21. Axil de cálculo [kN].....
Figura 22. Cortante de cálculo [kN]	Figura 23. Momento de cálculo [kNm].....
Figura 24. Aprovechamiento de las secciones.....	67
Figura 25. Carga repartida [kN/m]	Figura 26. Axil de cálculo [kN].....
Figura 27. Cortante de cálculo [kN]	Figura 28. Momento de cálculo [kNm].....
Figura 29. Aprovechamiento de las secciones.....	68
Figura 30. Combinación de cargas 1	Figura 31. Combinación de cargas 2
Figura 32. Combinación de cargas accidental 1	Figura 33. Combinación de cargas
accidental 2	70
Figura 34. Catálogo de tablestacas.....	70

Figura 35. Catálogo de vibrohincadores	71
Figura 36. Catálogo de grúas autopropulsadas LTM1050-3.1. Cargas de elevación	71
Figura 37. Catálogo de grúas autopropulsadas LTM1050-3.1. Dimensiones	72
Figura 38. Catálogo de grúas autopropulsadas LTM1050-3.1. Cargas en movimiento	72
Figura 39. Esquema de cargas de grúa LTM1050-3.1. en posición de trabajo	73
Figura 40. Alzado de un vano del puente Avenida	73
Figura 41. Modelo SAP2000. Grúa en posición de trabajo.....	80
Figura 42. Modelo SAP2000. Grúa en movimiento. Centrada.....	81
Figura 43. Modelo SAP2000. Grúa con planchas de reparto	81
Figura 44. Modelo FAGUS. Solicitaciones sección losa	83

Anejo 08.- Estructuras

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se describen los aspectos tenidos en cuenta para el diseño de las estructuras del PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REHABILITACIÓN DEL PUENTE INTERNACIONAL DE IRÚN (P.K. 20/929 DE LA LÍNEA DONOSTIA – HENDAIA DE E.T.S.)

- Encepado de refuerzo en las pilas P-1 y P-4. Consiste en un recrecido del encepado existente mediante la ejecución de micropilotes y un encepado vinculado al existente. Se calcula despreciando la capacidad estructural del encepado existente y para el tren de cargas de la IAPF-07.
- Recinto de tablestacas. Consiste en una estructura metálica temporal para la ejecución de los encepados. Se trata de un recinto estanco de tablestacas de 19x19m.
- Puente de La Avenida. De cara a ubicar la máquina para la hinca de tablestacas sobre el puente de La Avenida, se hace un recálculo del mismo a fin de comprobar si resiste dicha carga.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

2.1. ENCEPADO DE REFUERZO

Actualmente las pilas 1 y 4 cuentan con un encepado de pilotes de madera que, debido a la socavación producida por los movimientos del terreno del fondo de la ría del Bidasoa con el paso del tiempo, han quedado al descubierto, provocando su deterioro y pérdida de capacidad resistente.

Con la finalidad de restituir la capacidad portante de las cimentaciones, se proyectan nuevos encepados de micropilotes enlazados al encepado existente, de forma que las cargas procedentes de las pilas se deriven a los nuevos encepados.

Cada uno de los nuevos encepados cuenta con un total de 40 micropilotes de 225mm de diámetro con armadura tubular N-80 de 139mm de diámetro exterior y 9mm de espesor.

El encepado, que se desarrolla en todo el perímetro de la cimentación existente, tiene 80cm de espesor y un canto igual al de la cimentación existente, que en el caso de la pila 1 es de 2,50m y en el de la pila 4 es de 1,70m.

Para conseguir la transmisión de esfuerzos entre el encepado existente y el nuevo, se disponen barras postesadas entre los micropilotes.

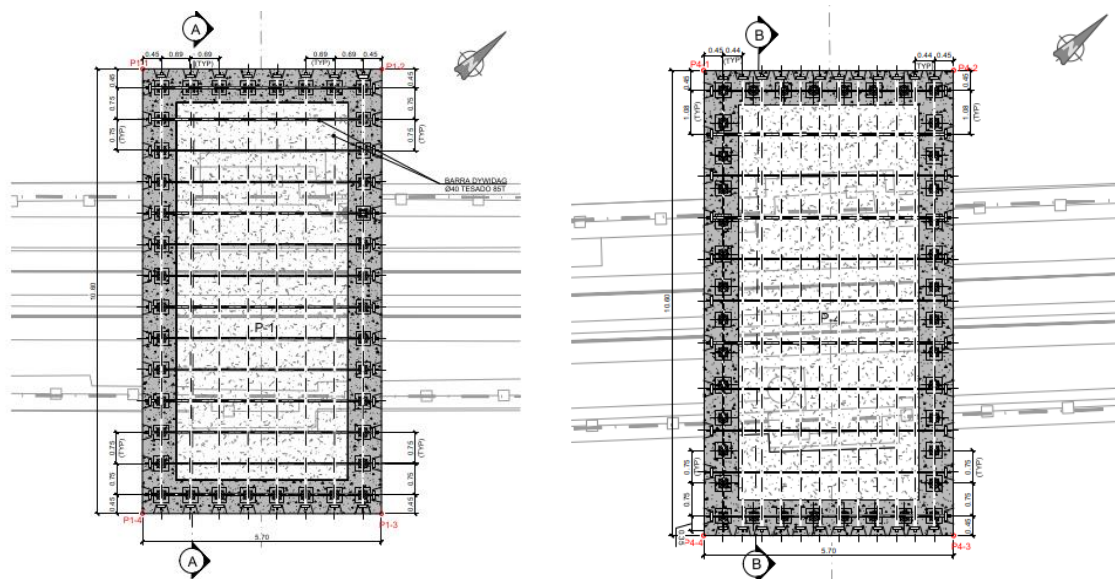


Figura 1. Planta encepado de refuerzo

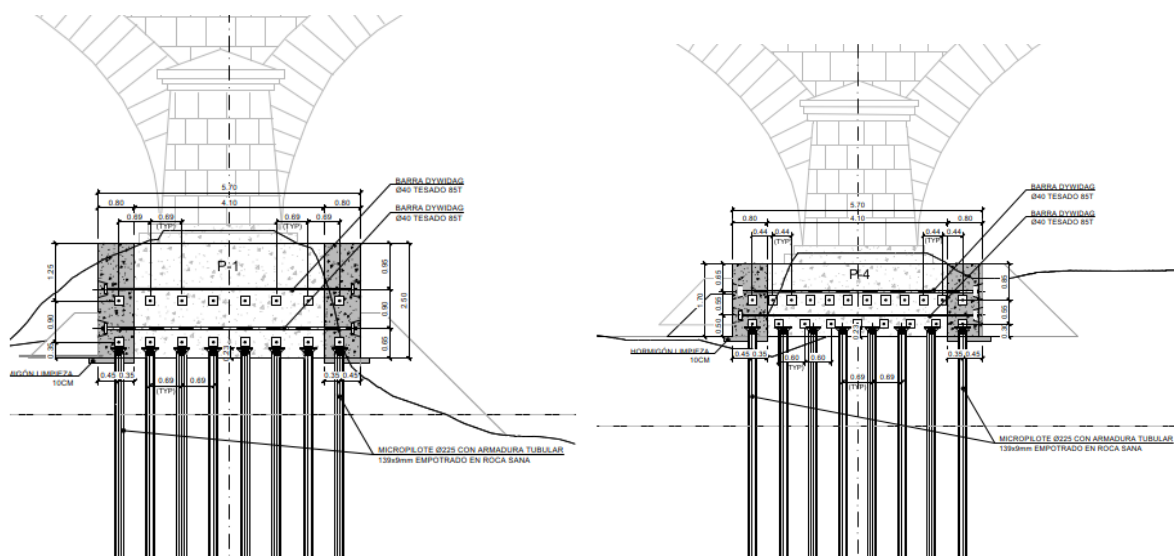


Figura 2. Alzado encepado de refuerzo

2.2. RECINTO DE TABLESTACAS

Para la ejecución del encepado, se requiere de un recinto estanco de tablestacas. El recinto proyectado se ejecuta en torno a las pilas P-1 y P-4. En planta, el recinto es cuadrado de 19m de lado con las esquinas achaflanadas, resultando en un octógono irregular de lados 11m y 5,67m.

Las tablestacas, modelo AZ 24-700 o similar con módulo resistente $2430\text{cm}^3/\text{m}$ y calidad de acero S270 GP, quedan vinculados mediante una viga perimetral HEB-400 y apuntalada en las esquinas con el mismo perfil y de longitud 8,25m.

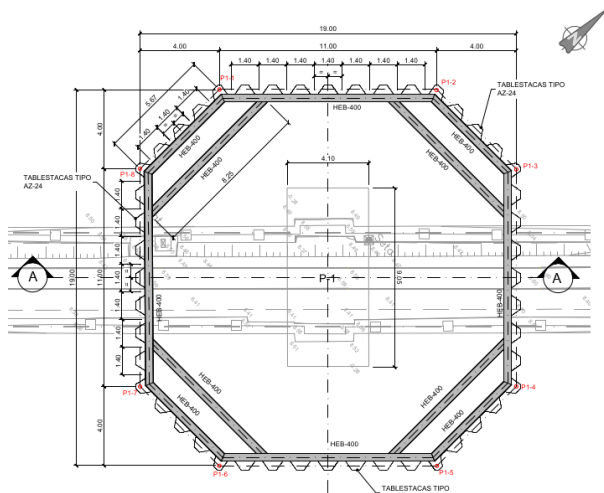


Figura 3. Planta recinto de tablestacas pila 1

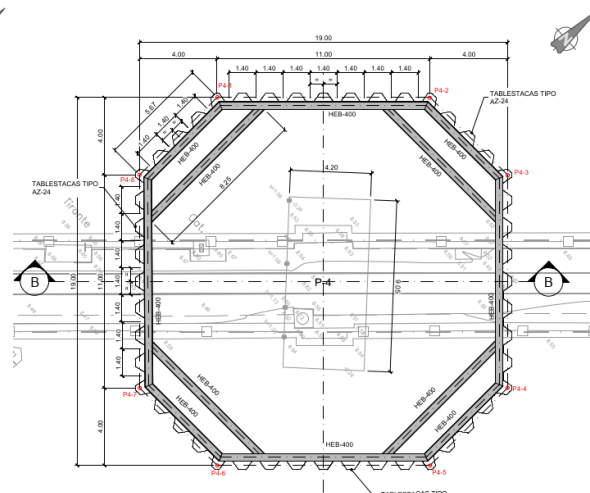


Figura 4. Planta recinto de tablestacas pila 2

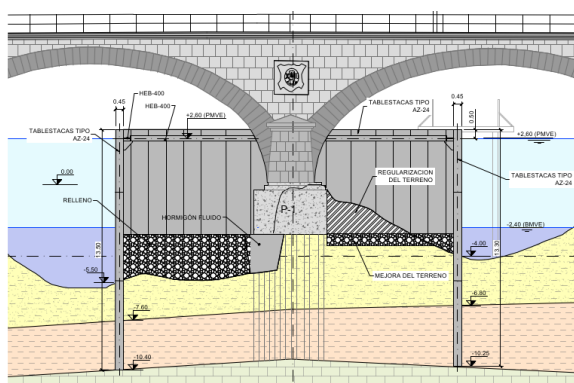


Figura 5. Alzado recinto de tablestacas pila 1

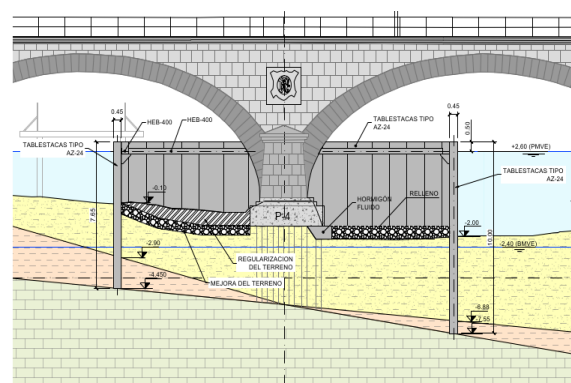


Figura 6. Alzado recinto de tablestacas pila 2

En alzado, las tablestacas se hincan hasta el estrato rocoso y se prolongan hasta una cota superior de +3,10, quedando 0,50m por encima de la cota de máxima pleamar viva equinoccial. Con esto, se estima que las tablestacas tendrán una altura de entre 7,65m y 13,30m.

El recinto de tablestacas mantiene una distancia hasta la cimentación existente de 5m en el sentido transversal del puente y de 7,45m en el longitudinal, siendo suficiente para el libre movimiento de la máquina de micropilotes.

2.3. PUENTE DE LA AVENIDA

Para la ejecución de la parte del recinto de tablestacas que se encuentra entre el puente Internacional objeto de proyecto y el puente de La Avenida, se pretende analizar si el mismo es capaz de soportar el peso de la grúa a disponer.

Se analiza por tanto el anejo de cálculo del “Proyecto de rehabilitación del puente Avenida de Irún”, redactado en marzo de 2017 y cuya obra se ejecutó en 2020, con el fin de comprobar si las sobrecargas derivadas de la ejecución del recinto de tablestacas son inferiores a las consideradas en el proyecto de rehabilitación del puente.

El puente, cuenta con 5 vanos y 4 pilas alineadas con las del puente Internacional de ETS. Se compone de pilas de mampostería y un tablero de estructura metálica en forma de celosías laterales con una losa de hormigón armado superior.

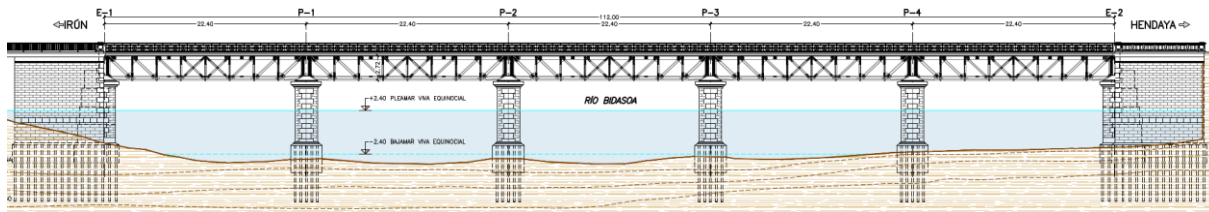


Figura 7. Alzado del puente Avenida de Irún



Figura 8. Foto del puente Avenida

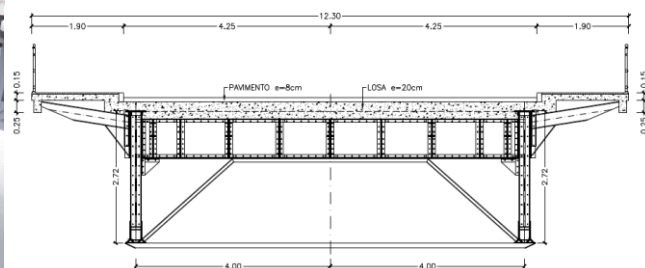


Figura 9. Sección transversal

2.4. NORMATIVA UTILIZADA

- Código Estructural (2021)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril, IAPF-07 (2007).
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera
- UNE-EN 1993-5: Proyecto de estructuras de acero. Parte 5: Pilotes y tablestacas
- ROM 0.0-01: Procedimiento General y Bases de Cálculo para Proyectos en Obras Marítimas (2001).
- ROM 0.5-05: Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias
- ROM 2.0-11: Obras de Atraque y Amarre: Criterios generales y Factores de Proyecto (2011)

3. ENCEPADO PILAS P1 Y P4

3.1. BÁSES DE CÁLCULO

3.1.1. Ambiente

En lo que respecta a las clases de exposición de los hormigones y su armadura, se establece:

- XC4. Corrosión inducida por carbonatación. Sequedad y humedad cíclicas.
- XS3. Corrosión inducida por cloruros de origen marino. Zonas de carrera de mareas afectadas por el oleaje o salpicaduras.
- XM2: Erosión. Elementos sometidos a erosión/abrasión intensa.

En lo que respecta a los micropilotes, según EN 1993-5, se adopta un ambiente de agua marina a temperatura ambiental en la zona sumergida permanentemente o en carrera de mareas, de acuerdo también con las indicaciones de E.T.S.

Se adopta una vida útil de la estructura de 100 años

3.1.2. Materiales

- Acero en armaduras: B 500 S
- Hormigón estructura: HA-35/F/20/XC4+XS3+XM2 (Cemento SR).
- Hormigón de nivelación: HL-150/B/20
- Vida útil: La vida útil considerada es de 100 años

CUADRO DE MATERIALES								
HORMIGÓN Y ACERO PARA ARMAR SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL 21:								
HORMIGÓN	TIPIFICACIÓN (art.33.6)	COMPOSICIÓN			REC. mm	Mod. Control Resistencia (art. 57.5.3)	Nivel de control de la ejecución (art. 14.3)	Coeficiente Parcial Seguridad Yc (Tabla A19 2.1)
		Tipo de Cemento	Cont.Mínimo kg/m3	Máx. Relación A/C				
Limpieza	HLE-150/B/20	CEM II/A-42,5N	150	0,60	-	-	-	-
Encepados	HA-35/F/20/XC4+XS3+XM2 (SR)	CEM II/A-42,5N - SR	350	0,45	80	Estadístico	Intenso	1,50
Relleno	HM-35/F/20 (SR)	CEM II/A-42,5N SR	350	0,45	-	-	-	-

ACERO ARMADURAS	DESIGNACIÓN (art. 34) (art. 35) (art. 36) (art. 37)	CONTROL DEL ACERO		CONTROL DE LAS ARMADURAS PASIVAS	Nivel de control de la ejecución (art. 14.3)	Coeficiente Parcial Seguridad Yc (Tabla A19 2.1)
		ARMADURAS PASIVAS (art. 58 y 59)	ARMADURAS ACTIVAS (art. 60 y 61)			
Armaduras pasivas	B-500-S/B-500-SD	SEGÚN DISTINTIVO DE CALIDAD OFICIAL DEL FABRICANTE			Normal	1,15
Armaduras activas	Barra fp=1050Mpa	SEGÚN DISTINTIVO DE CALIDAD OFICIAL DEL FABRICANTE			Intenso	1,15

3.1.3. Recubrimiento

- El recubrimiento nominal adoptado para el encepado es:
 - $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 65 + 5 = 70mm$
- Adicionalmente, se otorga a las armaduras un sobreespesor de 10mm para protegerlas frente a la erosión por la clase de exposición XM2. Por tanto, el recubrimiento final adoptado tanto en planos como en el cálculo de los elementos es de **80mm**.

3.1.4. Coeficientes parciales de seguridad para los materiales

Situación	Hormigón	Acero en armaduras
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,00

3.1.5. Nivel de control de la ejecución

Se ha considerado un nivel de control intenso

3.1.6. Coeficientes de mayoración de acciones

TIPO DE ACCIÓN		E.L.U.				E.L.S.	
		SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES		SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		1,0	1,35	1,0	1,0	1,0	1,0
Permanente valor no constante	Pretensado	1,0	1,00	1,0	1,0	0,9	1,1
	Reológicas	1,0	1,35	1,0	1,0	1,0	1,0
	Terreno	1,0	1,50	1,0	1,0	1,0	1,0
Variable		0,0	1,50	0,0	1,0	0,0	1,0
Accidental		-	-	1,0	1,0	-	-

3.1.7. Combinación de acciones

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.

Estados límite 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
- $G_{k,i}^*$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$ valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante
- $\Psi_{0,i} Q_{k,i}$ valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

■ Situaciones accidentales

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

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_G G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} G_{k,i}^* + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i} + \gamma_A A_k$$

donde:

- $G_{k,j}$ valor representativo de cada acción permanente
- $G^*_{k,i}$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante
- $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ valor representativo (valor frecuente) de la acción variable dominante
- $\psi_{2,1} Q_{k,j}$ valores representativos (valores casi-permanentes) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental
- A_k valor representativo (valor característico) de la acción accidental

Estados límite de servicio

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

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

- - Combinación característica (poco probable o rara):

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

- - Combinación frecuente:

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

- - Combinación cuasi-permanente:

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

3.1.8. Acciones consideradas

Acciones permanentes (G)

- Peso propio de los elementos estructurales del puente:
 - Hormigón armado: 25 kN/m³.
 - Hormigón en masa: 24 kN/m³.
 - Fábrica: 27 kN/m³.
 - Relleno: 20 kN/m³.
 - Balasto: 18 kN/m³.

Acciones variables (Q)

- La IAPF-07 considera como carga vertical el siguiente esquema de cargas denominado UIC71, consistente en cuatro cargas puntuales de 250kN distanciadas 1,60m y una carga lineal de 80kN/m de longitud indefinida aplicada en los puntos más desfavorables, que se encuentra 0,80m separada de las puntuales.

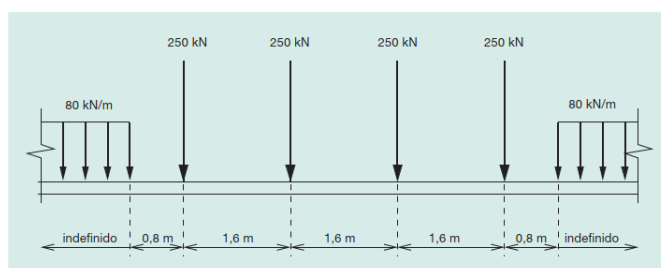


Figura 10. Tren de cargas verticales UIC71

Sin embargo, para este caso concreto, el tren de cargas empleado es una particularización del anteriormente descrito y que se ha considerado según indicaciones de ETS. Este tren de cargas es igual al de la norma citada, con la diferencia de que las cargas puntuales cuentan con un valor de 200kN.

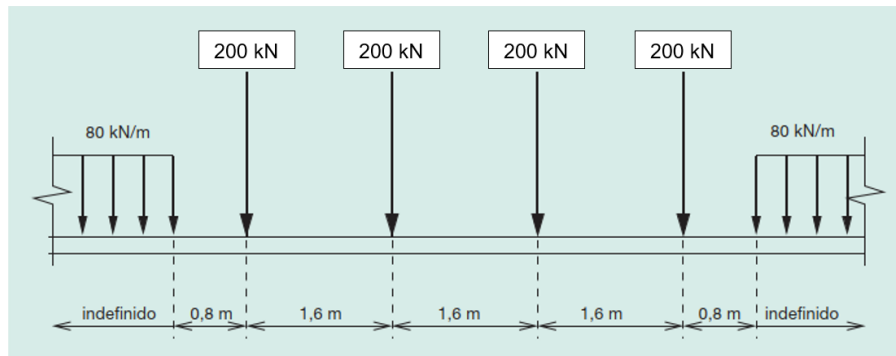


Figura 11. Tren de cargas de ETS empleado en el presente proyecto

Al tren de cargas se le aplican los coeficientes definidos en la norma:

- Coeficiente de clasificación, α : 0,91 (vía de ancho métrico)
- Coeficiente de impacto: $\Phi = 1,083$

Para el cálculo del valor del coeficiente de impacto se han seguido las indicaciones del apéndice B de la IAPF-07. Se ha empleado el método de cálculo definido en el apartado B.2.1. el cual consiste en la obtención de un coeficiente de impacto envolvente que se aplica a los resultados del análisis estático.

Se considera un mantenimiento normal de la vía, siendo la expresión a emplear:

$$\Phi = \frac{2.16}{\sqrt{L_{\phi}} - 0.2} + 0.73 = 1.083$$

Siendo $L_{\phi} = 2 * L = 40m$ por tratarse de un caso 5.5:

CASO	ELEMENTO ESTRUCTURAL	LONGITUD DETERMINANTE (L_{ϕ})
5.4	Arcos y vigas de rigidez de arcos atirantados	La mitad de la luz
5.5	Arcos o series de arcos con tímpanos cerrados y relleno	2 veces la luz libre
5.6	Péndolas unidas a una viga de rigidez	4 veces la separación entre las péndolas

- No se considera la sobrecarga de 5kN/m² en aceras, paseos de servicio y zonas de trabajo no afectadas directamente por el tráfico ferroviario que cita la IAPF-07 porque no existen paseos de servicio en este puente.
- Efecto lazo: Se considera una fuerza horizontal y puntual de valor característico $Q_{sk} = \alpha \cdot 100kN$, siendo α el coeficiente de clasificación siempre que sea >1 . En este caso su valor es $\alpha = 1,00$.

3.2. CÁLCULO DEL ENCEPADO

Los cálculos y comprobaciones relativos a la estructura se han realizado con la ayuda del programa SAP2000, FAGUS-9 y hojas de cálculo desarrolladas por TYPESA.

3.2.1. Obtención de reacciones del puente

3.2.1.1. Peso propio

Se calcula, mediante una hoja de cálculo de Matchad, la carga permanente sobre la cimentación profunda.

CÁLCULO DEL PESO PROPIO DEL PUENTE

$$B := 4.85 \text{ m} \quad L := 22.65 \text{ m} \quad f := 6.6 \text{ m} \quad e_{\text{bóveda}} := 1 \text{ m} \quad \gamma_G := 1$$

$$e_{\text{pretil}} := 0.3 \text{ m} \quad h_{\text{pretil}} := 1.05 \text{ m} \quad \gamma_{\text{fab}} := 27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \gamma_Q := 1$$

$$e_{\text{timpano.sup}} := 0.5 \text{ m} \quad h_{\text{relleno}} := 0.4 \text{ m} \quad \gamma_{\text{relleno}} := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$e_{\text{timpano.inf}} := 2 \text{ m} \quad \alpha := 140^\circ \quad \gamma_{\text{balasto}} := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$e_{\text{sup.pila}} := 2.3 \text{ m} \quad r := 10.64 \text{ m} \quad \gamma_{\text{hormigon}} := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$e_{\text{inf.pila}} := 2.6 \text{ m} \quad h_{\text{pila}} := 3.725 \text{ m} \quad d_{\text{travesa}} := 0.6$$

$$e_{\text{balasto}} := 0.4 \text{ m} \quad h_{\text{balasto}} := 0.4 \text{ m} \quad b_{\text{sillar}} := 70 \text{ cm}$$

$$P_{\text{bóveda}} := 31.82 \text{ m}^2 \cdot B \cdot \gamma_{\text{fab}} = (4.2 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$A_{t1} := 19.38 \text{ m}^2 \quad A_{t2} := 3.43 \text{ m}^2 \quad A_{t3} := 13.05 \text{ m}^2 \quad A_{\text{timpano}} := A_{t1} + 2 A_{t2} + 2 A_{t3} = 52.3 \text{ m}^2$$

$$e_{t1} := 0.5 \text{ m} \quad e_{t2} := 0.78 \text{ m} \quad e_{t3} := 1.29 \text{ m} \quad e_{t4} := 2 \text{ m}$$

$$A_{\text{balasto}} := (B - 2 \cdot e_{\text{timpano.sup}}) \cdot e_{\text{balasto}}$$

$$P_{\text{timpano}} := 2 \cdot \frac{(e_{t1} + e_{t2})}{2} \cdot \gamma_{\text{fab}} \cdot A_{t1} + 4 \cdot \frac{(e_{t1} + e_{t2})}{2} \cdot \gamma_{\text{fab}} \cdot A_{t1} + 4 \cdot \frac{(e_{t1} + e_{t2})}{2} \cdot \gamma_{\text{fab}} \cdot A_{t1} = (3.3 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Se asume que que interior de pila es de mampostería

$$P_{\text{balasto}} := \gamma_{\text{balasto}} \cdot (B - 2 \cdot e_{\text{timpano.sup}}) \cdot L \cdot e_{\text{balasto}} = 627.858 \text{ kN}$$

$$P_{\text{relleno}} := \gamma_{\text{relleno}} \cdot \left(A_{\text{timpano}} \cdot B - \frac{P_{\text{timpano}}}{\gamma_{\text{fab}}} - \frac{P_{\text{balasto}}}{L \cdot \gamma_{\text{balasto}}} \right) = (2.6 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$P_{\text{pretil}} := 2 \cdot h_{\text{pretil}} \cdot e_{\text{pretil}} \cdot \gamma_{\text{fab}} \cdot L = 385.3 \text{ kN}$$

$$P_{\text{carriles}} := 54 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \cdot (2 L) = 23.989 \text{ kN}$$

$$P_{\text{travesas}} := 300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \cdot \frac{L}{d_{\text{travesa}}} = 111.06 \text{ kN}$$

$$P_{\text{pila}} := (3.68 \text{ m}^2 \cdot B + 15.16 \text{ m}^3) \cdot \gamma_{\text{fab}} = 891.2 \text{ kN}$$

$$B_{\text{encepado}} := 4.1 \text{ m} \quad L_{\text{encepado}} := 9 \text{ m} \quad C_{\text{encepado}} := 2.5 \text{ m}$$

$$P_{\text{zapata}} := \gamma_{\text{hormigon}} \cdot B_{\text{encepado}} \cdot L_{\text{encepado}} \cdot C_{\text{encepado}} = (2.214 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$P_{\text{Total}} := P_{\text{bóveda}} + P_{\text{timpano}} + P_{\text{relleno}} + P_{\text{pretil}} + P_{\text{balasto}} + P_{\text{carriles}} + P_{\text{travesas}} + P_{\text{pila}} + P_{\text{zapata}} = (1.433 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

Al peso propio del puente, se le añade el peso del recrecido del encepado, resultando un peso propio total de:

$$\text{Peso recrecido: } P_r = (2 \cdot 4.80 \text{ m} \cdot 0.80 \text{ m} \cdot 2.50 \text{ m} + 2 \cdot 9.70 \text{ m} \cdot 0.80 \text{ m} \cdot 2.50 \text{ m}) \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 1450.00 \text{ kN}$$

$$P_{\text{TOT}} = 14427.50 + 1450.00 = 15877.50 \text{ kN}$$

3.2.1.2. Cargas de tráfico

Se realiza un modelo de SAP2000 replicando las bóvedas del puente a fin de conseguir las reacciones en las cimentaciones debidas a las cargas variables (tren de carga).

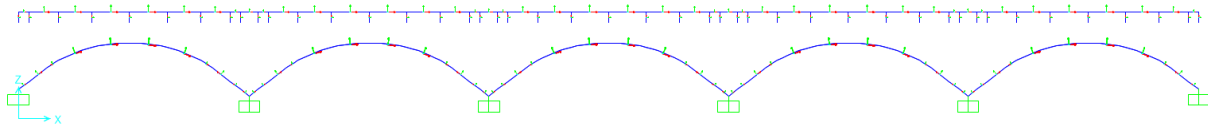


Figura 12. Modelo de barras del puente. SAP2000

Para el modelado del sistema de barras que simula la geometría del puente, se ha seguido el eje de la bóveda de sillería, convergiendo en el centro de gravedad de las pilas con el relleno rígido del puente.

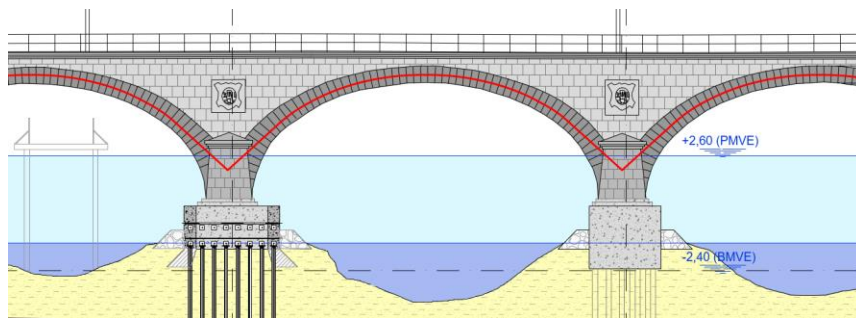


Figura 13. Eje bóvedas. SAP2000

Se ha introducido una carga móvil simulando el tren indicado por ETS. Estas son sus posiciones más relevantes:

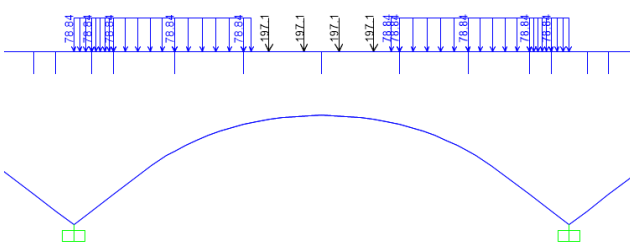


Figura 14. Tren centrado en bóveda

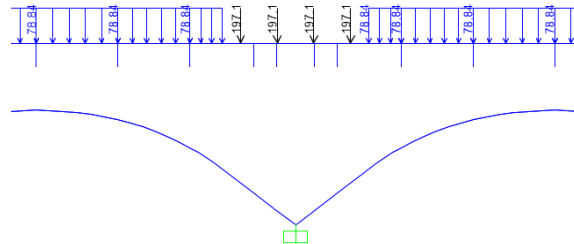


Figura 15. Tren centrado en pila (max. Fz)

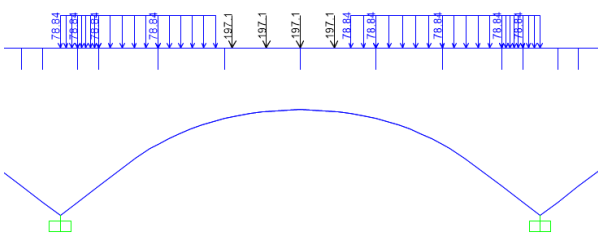


Figura 16. Tren maximizando Fx

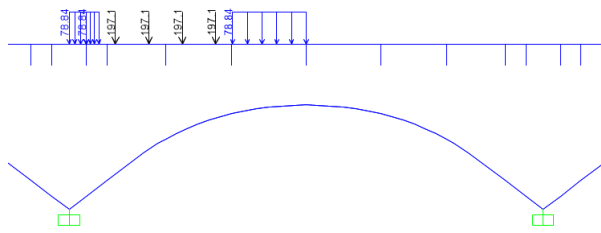


Figura 17. Tren maximizando My

3.2.1.3. Reacciones y combinaciones

Las reacciones obtenidas del modelo para las máximas reacciones (verticales y horizontales) y sus concomitantes son las siguientes:

PILA 1 - 4	Comb.	Fz [kN]	Fx [kN]	Fy [kN]	My [kNm]	Mx [kNm]
Peso propio	Max. Fz	15.877,50	0	0	0	0
Tren ferroviario	Max. Fx	1.049,03	1.196,27	0	-134,42	0
	Max. Fz	2.062,75	6,03	0	8.21	0
	Max. My	1.133,95	156,52	0	-1.416,05	0
Efecto lazo	Max. Mx	0	0	100,00	0	650,00

Siguiendo el criterio de combinaciones expuesto en apartados anteriores basado en la IAPF-07, las combinaciones resultantes para ELU y ELS y discretizando entre combinaciones que maximizan las diferentes reacciones, son:

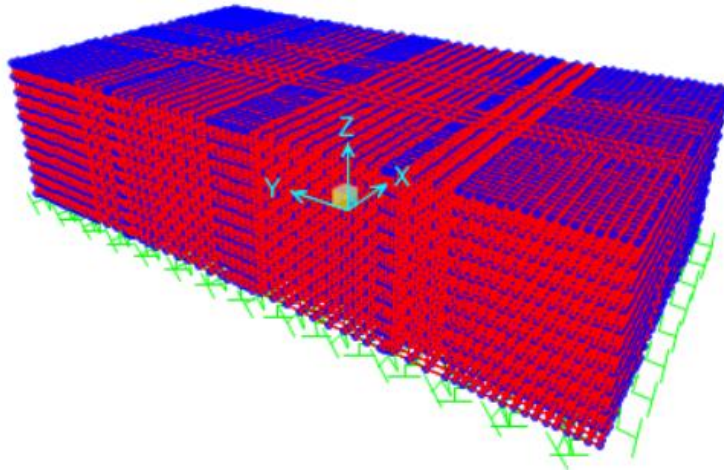
COMBINACIONES			Fz [kN]	Fx [kN]	Fy [kN]	My [kNm]	Mx [kNm]
ELU	Situación persistentes o transitorias	Max Fz	24284.06	9.05	120	30.41	1020
		Max Fx	22763.48	1794.41	120	3387.18	1020
		Max My	22890.86	234.78	120	-1654.52	1020
		Max Fy/Mx	23665.24	7.24	150	24.32	1275
ELS	Característica	Max Fz	17759	6.03	80	20.27	680
		Max Fx	16745.28	1196.27	80	2258.12	680
		Max My	16830.2	156.52	80	-1103.01	680
		Max Fy/Mx	17346.45	4.82	100	16.22	850
	Frecuente	Max Fz	17346.45	4.82	0	16.22	0
		Max Fx	16535.47	957.02	0	1806.5	0
		Max My	16603.41	125.22	0	-882.41	0
		Max Fy/Mx	15.877,50	0	80	0	680
	Cuasipermanente	Max Fz	15.877,50	0	0	0	0
		Max Fx	15.877,50	0	0	0	0
		Max My	15.877,50	0	0	0	0
		Max Fy/Mx	15.877,50	0	0	0	0

Nota: Reacciones en la cara superior de los encepados

Estas reacciones son las utilizadas en el cálculo del encepado.

3.2.2. Modelo de cálculo

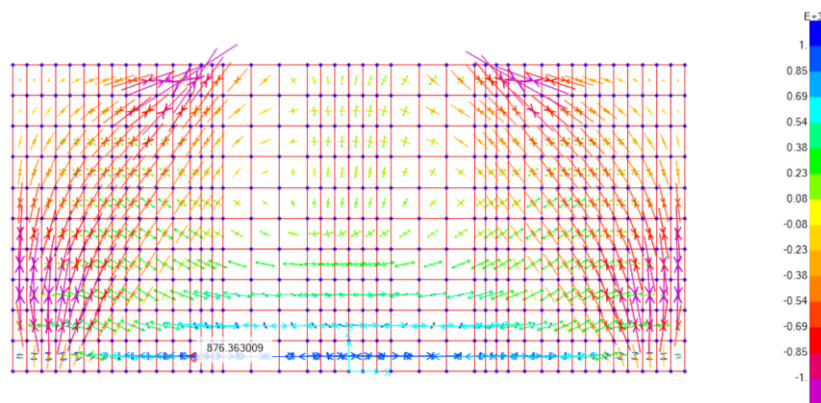
Se genera un modelo sólido en SAP2000 de los encepados con el recrecido con el que se verifican las tensiones en el interior de estos. Los micropilotes se modelan como muelles con su rigidez vertical y horizontal.



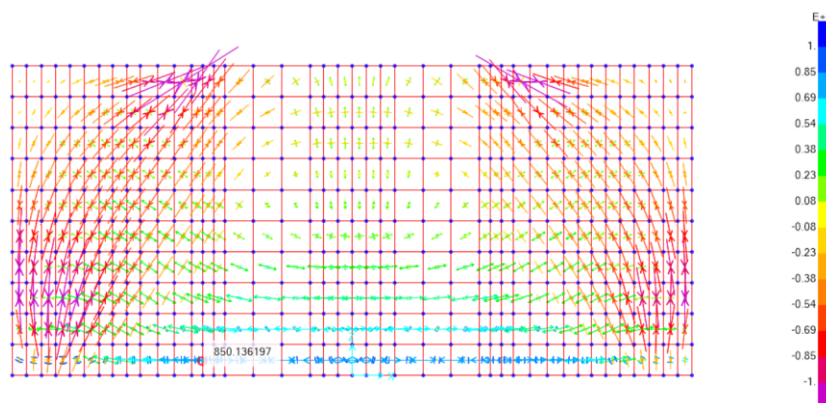
SAP2000 – Modelo sólido del encepado

3.2.3.Esfuerzos resultado modelo sólido

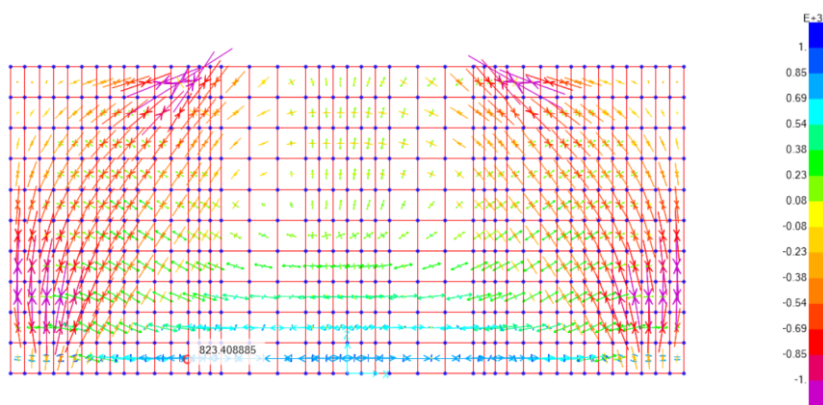
Sentido longitudinal



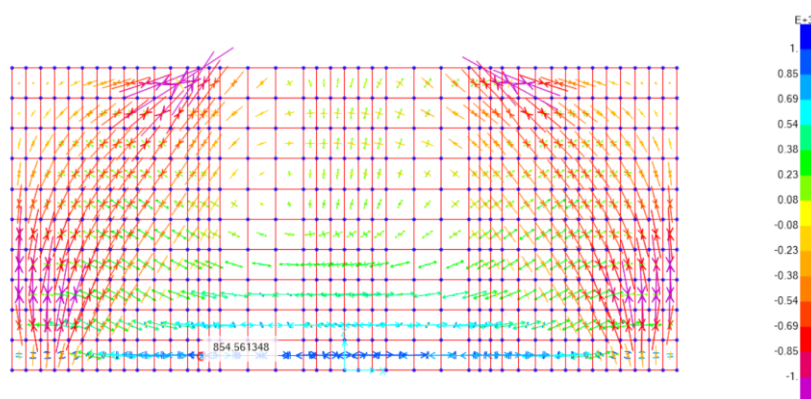
ELU Max Fz



ELU Max Fx

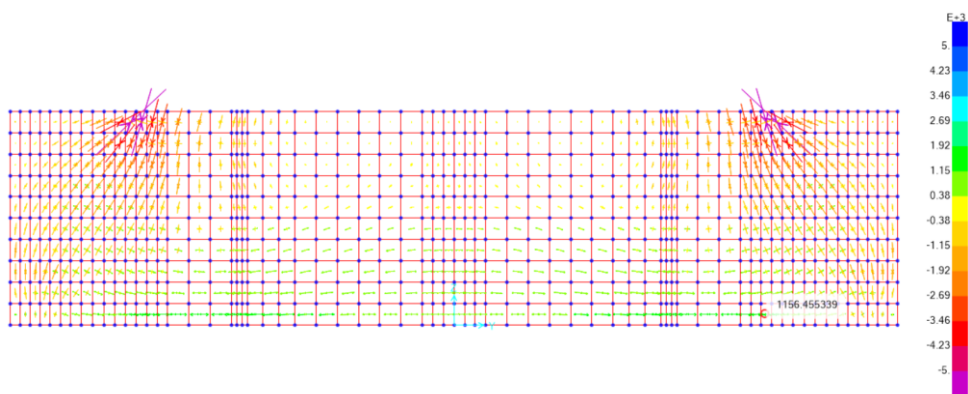


ELU Max My

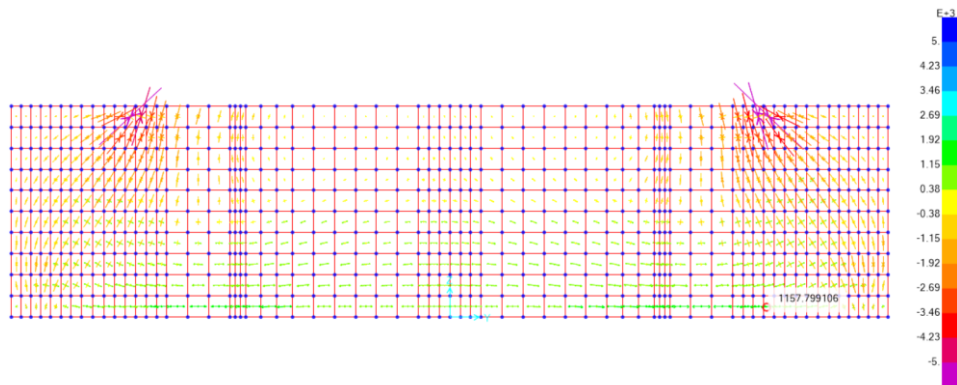


ELU Max Fy/Mx

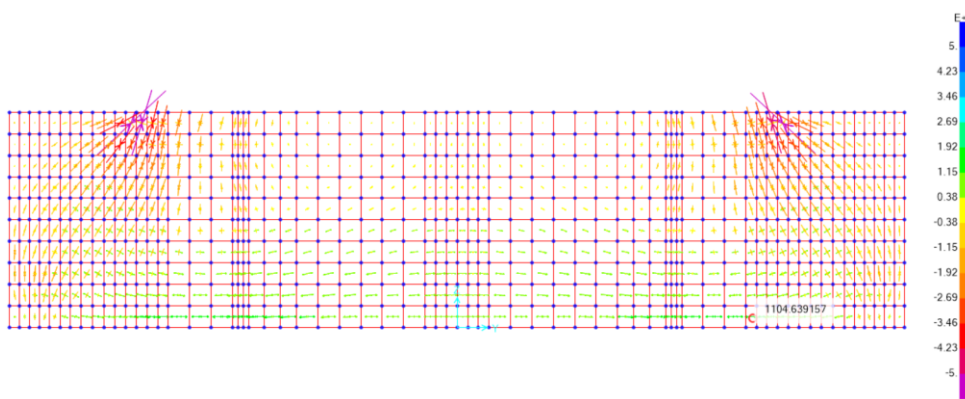
Sentido transversal



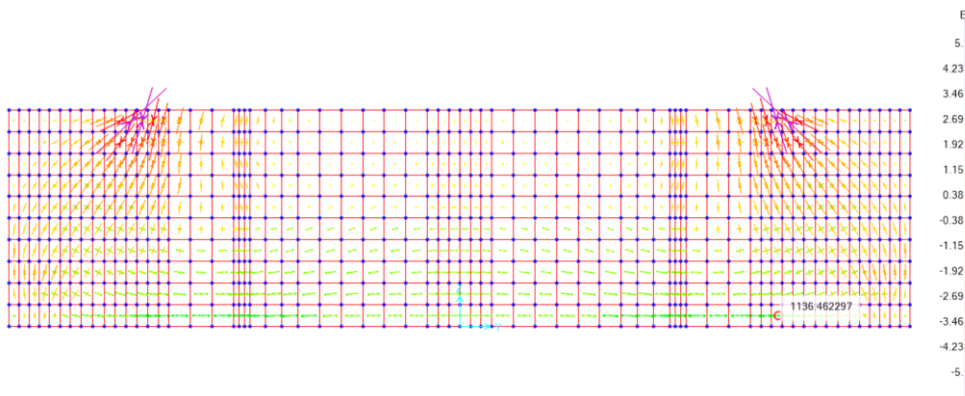
ELU Max Fz



ELU Max Fx



ELU Max My



ELU Max Fy/Mx

Resumen de esfuerzos

Se integran los esfuerzos en la zona traccionada del encepado, obteniendo la máxima tracción en la posición de los anclajes activos. La combinación de cargas que mayor tensión provoca es la combinación MAX Fz:

ELU Max Fz transversal: $870 \times 0,25 + 750 \times 0,25 + 610 \times 0,25 + 470 \times 0,25 + 350 \times 0,25 = 762,5\text{kN}$

ELU Max Fz longitudinal: $1245 \times 0,25 + 940 \times 0,25 + 690 \times 0,25 + 500 \times 0,25 + 325 \times 0,25 = 925\text{kN}$

Precálculo armaduras activas

Se disponen barras Ø40 postesadas de límite elástico 850MPa y límite de rotura de 1050MPa. Se estiman unas pérdidas instantáneas y diferidas de un 15% (5 + 10). Por tanto, la fuerza de pretensado aplicada será:

$$P_{max} = 85 \text{ t}$$

Tal y como se recoge en el apartado 5.10 Elementos y estructuras pretensados del Código Estructural, la fuerza máxima de pretensado no superará:

$$P_{max} \leq A_p \sigma_{p,max} = 961.33 \text{ kN}$$

La tensión a compresión del hormigón se limitará a:

$$\sigma_c \leq 0.6 f_{ck}(t) = 21 \text{ MPa (nuevo encepado)} \quad \sigma_c \leq 0.6 f_{ck}(t) = 4,80 \text{ MPa (cim. existente)}$$

Se considera una edad del hormigón de 28 días y una resistencia característica de 8MPa para el hormigón del encepado existente

El valor del pretensado inicial $P_{m,0}$ se obtiene una vez restadas las pérdidas instantáneas al valor P_{max} y no superará el siguiente valor:

$$P_{pm0}(x) \leq A_p \sigma_{pm0} = 854.51 \text{ kN}$$

Por tanto, se dispondrán barras Ø40 de alto límite elástico ($f_y = 850\text{MPa}$) y postesadas a 85t. Teniendo en cuenta que la tracción a asumir del encepado es de 762,5kN en el sentido transversal y 925kN en el longitudinal, los anclajes se dispondrán a una distancia máxima de 1,10m y 0,90m, respectivamente.

3.2.3.1. Cálculo de rasante entre hormigones de diferentes edades

De cara a calcular es esfuerzo de rasante en el contacto entre el hormigón del encepado existente y el nuevo encepado de refuerzo, se comprueba la transmisión del esfuerzo cortante de un hormigón a otro.

Se calcula para la mayor reacción del micropilote, que se traduce en la zona de contacto en un cortante de 667,10kN.

$$v_{Edi} \leq V_{Rdi}$$

$$v_{Edi} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{z \cdot b_i} = 0.52 \text{ MPa}$$

$$\beta = 1$$

$$z = 1,70\text{m (se toma el encepado P4 por ser el más conservador)}$$

$$b_i = 0,75\text{m}$$

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0.5 v f_{cd}$$

Se considera una superficie rugosa de acuerdo con la definición del CE ($c = 0.40$ y $\mu = 0.70$)

En un cálculo inicial, no se contabilizan armaduras pasantes ni el aporte por sección comprimida, siendo considerado únicamente el contacto entre hormigones. Se considera una resistencia característica del hormigón existente de 10MPa. Así pues:

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} \leq 0.5 v f_{cd}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05} / \gamma_c = 0,65$$

$$\alpha_{ct} = 1$$

$$f_{ctk0,05} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 0,97$$

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck}/250) = 0,576$$

$$V_{Rdi} = 0.26 \text{ MPa} \leq 1.92 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$0.52 \text{ MPa} \leq 0.26 \text{ MPa} \rightarrow \text{NO OK}$$

Se necesitan conectores para alcanzar la resistencia mínima. Se disponen barras Ø12 en una malla de 300mmx300mm ($A_s = 12.56 \text{ cm}^2/\text{m}^2$):

$$\rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) = 0.38 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{A_s}{A_p}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$0.52 \text{ MPa} \leq 0.26 + 0.38 \text{ MPa} \rightarrow \text{OK}$$

Se dispone por tanto una malla de 300x300mm de conectores Ø12 en forma de barras B500S. La comprobación realizada parte de la premisa de que ambas superficies de hormigón (encepado existente y refuerzo) se encuentran en permanente contacto. Para ello, es necesario garantizar que se encuentran en compresión, verificación que se realiza en el siguiente apartado.

3.2.4. Modelo plano del encepado

Se modela también mediante elementos placa o shells el encepado en SAP2000. De este modelo, se obtienen los máximos momentos en las diferentes direcciones del encepado para el cálculo de las secciones en FAGUS-9.

Como se ha podido comprobar, es suficiente con el contacto entre los hormigones para transmitir la carga entre ambos encepados. Para garantizar esta transmisión, es necesario asegurar que la sección se encuentra completamente comprimida. Para ello, se disponen dos filas de anclajes postesadas y se analiza, frente a los esfuerzos que se obtienen del modelo de SAP2000 y bajo un análisis tensional en el programa FAGUS-9.

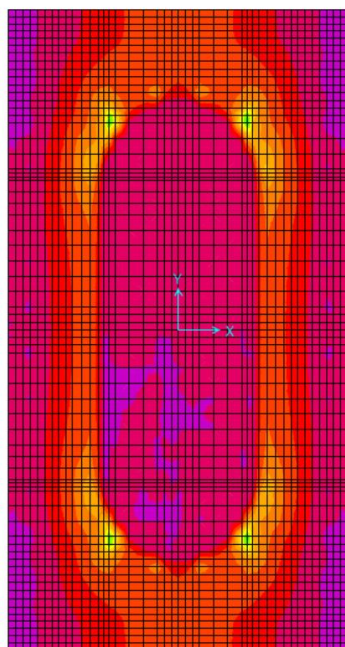


Figura 18. Momento longitudinal M_y [kNm]

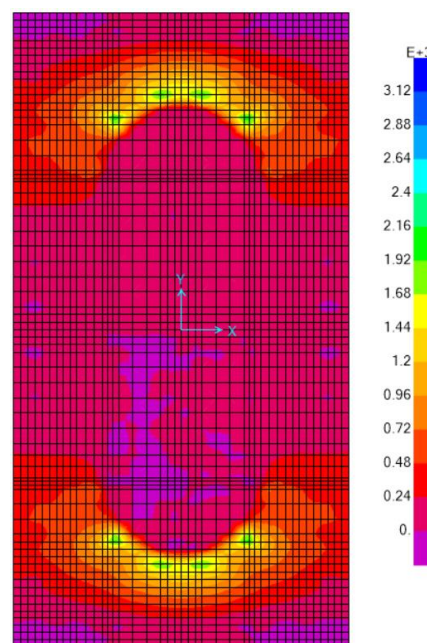


Figura 19. Momento transversal M_x [kNm]

Esfuerzos en encepado Pila 1	Comb.	M_y [kNm]	M_x [kNm]
ELS	Cargas Perm.	627,36	795,01
	Cargas Var.	101,93	144,08
ELU	Sit. Persistente (ENV)	1001,93	1286,90

* Esfuerzo indicado en una banda de 0,75m

Esfuerzos en encepado Pila 4	Comb.	My [kNm]	Mx [kNm]
ELS	Cargas Perm.	599,88	763,06
	Cargas Var.	101,90	132,41
ELU	Sit. Persistente (ENV)	887,56	1228,30

* Esfuerzo indicado en una banda de 0,75m

Se realiza un análisis por fases en FAGUS-9 tanto para la pila 1 como la pila 4 en el que, partiendo de una sección descargada, se lleva a cabo el tesado a tresbolillo, la introducción de cargas y la aplicación de las pérdidas de pretensado. A continuación, se presentan los resultados de dicho análisis en el que se contemplan las siguientes fases:

- Fase 1: Generación de sección de hormigón. Sin carga ni tesado.
- Fase 2: Tesado del 50% en la fila superior.
- Fase 3: Tesado del 50% en la fila inferior.
- Fase 4: Tesado hasta el 100% de la fila superior.
- Fase 5: Tesado hasta el 100% de la fila inferior.
- Fase 6: Transferencia del 100% de las cargas permanentes al nuevo encepado.
- Fase 7: Aplicación de las pérdidas diferidas a la armadura postesada.
- Fase 8: Transferencia de las cargas variables a la sección. Dado que este estado se trata de una situación que se da de manera temporal y en un periodo de tiempo muy corto, se admiten ligeras tracciones. No obstante, se controla que no se supere la resistencia a tracción del hormigón. $f_{ctd}=1,2\text{MPa}$.

a. Pila 1. Longitudinal

Sección (Viga): ENC-P1-L

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [m]	z_q [m]	No.	y_q [m]	z_q [m]
R	C	HA25	Polígono	1 3	-0.38 0.38	0 2.50	2 4	0.38 -0.38	0 2.50

Tendones 3Y4|G0 $\Sigma A_p = 5028 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.3 \%$

Nombre	Clase	BC	Adh.	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	dy	dz	$\epsilon_0 + \Delta\epsilon$ [%]	P_{00}/P_0	A_p [mm ²]
--------	-------	----	------	-----------------	-----------------	----	----	--------------------------------------	--------------	-----------------------------

Adh. : con/sin adherencia

Paredes de cortante

Ningún análisis posible! Clase de material no definida!

Nombre	Ponderación Vy Vz T	b_w [m]	h [m]	z [m]	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	y_{2q} [m]	z_{2q} [m]	Estribos	a_{sw} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1	0.75	2.18	2.18	0	2.34	0	0.16	ST	--
SWY	1 1 0	2.50	0.43	0.43	-0.22	1.25	0.22	1.25	ST	--

Punto de resultados

Nombre	Fórmula / Resultado	y_q [m]	z_q [m]
ASW1	ASWMIN (SWZ) o ASW (SWY) o ASW (SWZ)		
σ_{PT}	$\sigma (PP2 (0., 1.55))$		
$\Delta\sigma_{PT}$	$\Delta\sigma ((0., 1.25))$		

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)

	Area [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]	Centro Gr., Angulo [m]	Masa espec. [kg/m]
Ax	1.8750	Ix	ys	0
Ay	(=Ax)	Iy	zs	1.25
Az	(=Ax)	Iz	β	0. [°]
				M_{sec}
				4687.5

Detalles de las características mecánicas

Nombre	Mat.	Masa espec. [t/m ³]	Valores básico A_{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	Características mecánicas $w = E/E_{ref}$ []	$w A_{xi}$ [m ²]	$w I_{xi}$ [m ⁴]	No.	Torsión Ix u [m]	I [m]
R	C	2.5	1.8750	32	1.00	1.8750	0.285162	1	6.50	

$w = E/E_{ref}$: Ponderación (material de referencia: C)
 $w A_{xi}$: Área del elemento (coeficiente de homogeneización incluido)
 $w I_{xi}$: Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido)
 No. : Modelo torsional 1=Rectángulo
 u : Longitud supuesta del perímetro
 I : Longitud del elemento de pared delgada

Características de la sección y de la variante

Barra Tipo	h_w [m]	Incl. del canto ψ_0 [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT β [°]	Rigideces predefinidas de la sección $G I_x$ [kNm ²]	$G A_y$ [kN]	$G A_z$ [kN]
Viga		0	0	90.0 B:Sec compl			

Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:50.0



Sección (Viga): ENC-P1-L

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [m]	z_q [m]	No.	y_q [m]	z_q [m]
R	C	HA25	Polígono	1 3	-0.38 0.38	0 2.50	2 4	0.38 -0.38	0 2.50

Tendones 3Y4|G0 $\Sigma A_p = 5028 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.3 \%$

Nombre	Clase	BC	Adh.	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	dy	dz	$\varepsilon_0 + \Delta\varepsilon$ [‰]	$P_{00}P_0$	A_{p_2} [mm ²]
PP2	DYWIDAG	0	Con.	0	1.55	0	0	1.553	0.900	1257

Adh. : con/sin adherencia

Paredes de cortante

Ningún análisis posible! Clase de material no definida!

Nombre	Ponderación Vy Vz T	b_w [m]	h [m]	z [m]	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	y_{2q} [m]	z_{2q} [m]	Estribos	a_{sw} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1	0.75	2.18	2.18	0	2.34	0	0.16	ST	--
SWY	1 1 0	2.50	0.43	0.43	-0.22	1.25	0.22	1.25	ST	--

Punto de resultados

Nombre	Fórmula / Resultado	y_q [m]	z_q [m]
ASW1	$ASWMIN(SWZ) \circ ASW(SWY) \circ ASW(SWZ)$		
σ_{PT}	$\sigma(PP2(0., 1.55))$		
$\Delta\sigma_{PT}$	$\Delta\sigma((0., 1.25))$		

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)

	Area [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]	Centro Gr., Ángulo [m]	Masa espec. [kg/m]
A_x	1.8750	I_x 0.285162	ys 0	M_{sec} 4687.5
A_y	(=A _x)	I_y 0.976563	zs 1.25	
A_z	(=A _x)	I_z 0.087891	β 0. [°]	

Detalles de las características mecánicas

Nombre	Mat.	Masa espec. [t/m ³]	Valores básico A_{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	Características mecánicas $w=E/E_{ref}$ [-]	$w A_{xi}$ [m ²]	$w I_{xi}$ [m ⁴]	No.	Torsión Ix u [m]	I [m]
R	C	2.5	1.8750	32	1.00	1.8750	0.285162	1	6.50	

$w=E/E_{ref}$: Ponderación (material de referencia: C)
 $w A_{xi}$: Área del elemento (coeficiente de homogeneización incluido)
 $w I_{xi}$: Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido)
 No. : Modelo torsional 1=Rectángulo
 u : Longitud supuesta del perímetro
 I : Longitud del elemento de pared delgada

Características de la sección y de la variante

Barra Tipo	h_w [m]	Incl. del canto ψ_0 [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT	Rigideces predefinidas de la sección G_{lx} [kNm ²]	G_{Ay} [kN]	G_{Az} [kN]
Viga		0	0	90.0 B:Sec compl			

Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:50.0



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	Observaciones
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama c s p M	Límites de deformación ε _{c2} [%]	ε _{cu3} [%]	ε _{ud} [%]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1 1 1 1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) con pérdidas

Deformaciones y tensiones extremas después 3 incrementos

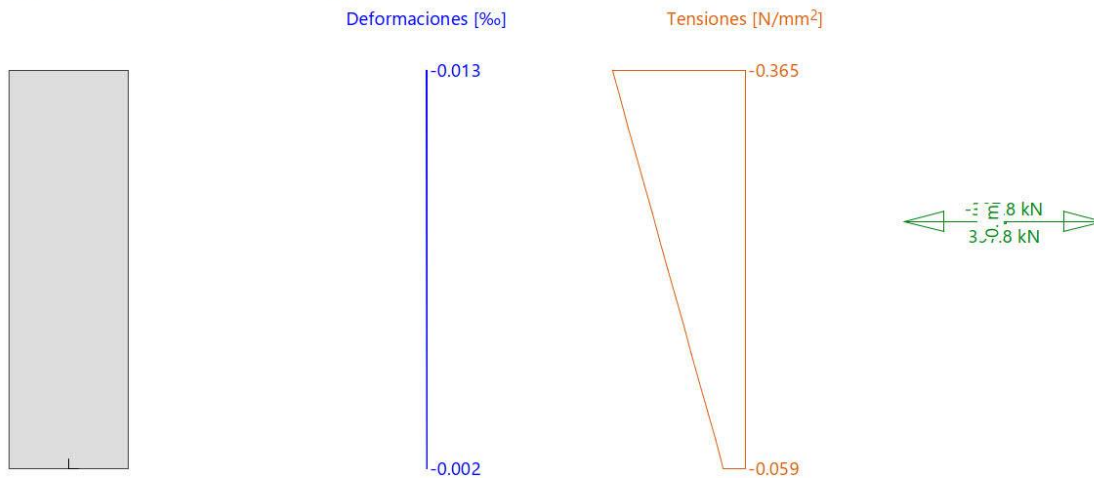
Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	2.5	-0.013	-0.365	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.002	-0.059	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.55	1.544	316.494	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP2 (0., 1.55))	σ _{PT}	316.494	N/mm ²
Δσ ((0., 1.25))	Δσ _{PT}	0.	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	Observaciones
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [%]	ε _{c13} [%]	ε _{ud} [%]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]

θ : Inclínación de las bielas de compresión
 φ : Coef. de fluencia
 P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 5 incrementos

Nombre	Clase	y _q [m]	z _q [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	-0.38	0.	-0.021	-0.575	1.00
R	HA25	0.38	2.5	-0.01	-0.271	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.55	1.539	315.459	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.65	1.54	315.616	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP1 (0.,0.65))	σ _{PT}	315.616	N/mm ²
Δσ (PP2 (0.,1.55))	Δσ _{PT}	1.035	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 6 : Activa: PP4
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	τ=0

θ : Inclínación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 7 incrementos

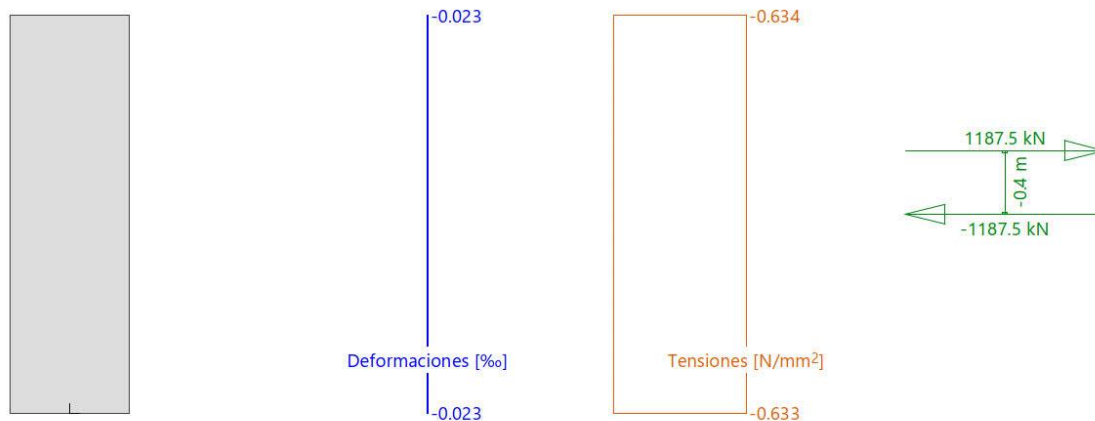
Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	2.5	-0.023	-0.634	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.55	1.53	313.602	1.00
PP4	DYWIDAG	0.	1.55	1.544	316.508	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP4 (0.,1.55))	σ _{PT}	316.508	N/mm ²
Δσ (PP2 (0.,1.55))	Δσ _{PT}	2.892	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2	AP5		0	0	-				Activa
4	AP5		0	0	-				Activa
6	AP5		0	0	-				Activa
8	AP5		0	0	-				Activa

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
4 : Activa: PP1
6 : Activa: PP4
8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	τ=0

θ : Inclínación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 9 incrementos

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	-0.38	0.	-0.042	-1.144	1.00
R	HA25	0.38	2.5	-0.02	-0.539	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.65	1.522	311.926	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.65	1.54	315.642	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0.,0.65))$	σ_{PT}	315.642	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0.,1.55))$	$\Delta\sigma_{PT}$	3.912	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	627.4	-				

- 1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
- 2 : Activa: PP2
- 4 : Activa: PP1
- 6 : Activa: PP4
- 8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ -Diagrama				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε_{c2} [%]	ε_{cu3} [%]	ε_{ud} [%]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	ϕ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	$\tau=0$

- θ : Inclinación de las bielas de compresión
- ϕ : Coef. de fluencia
- P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 10 incrementos

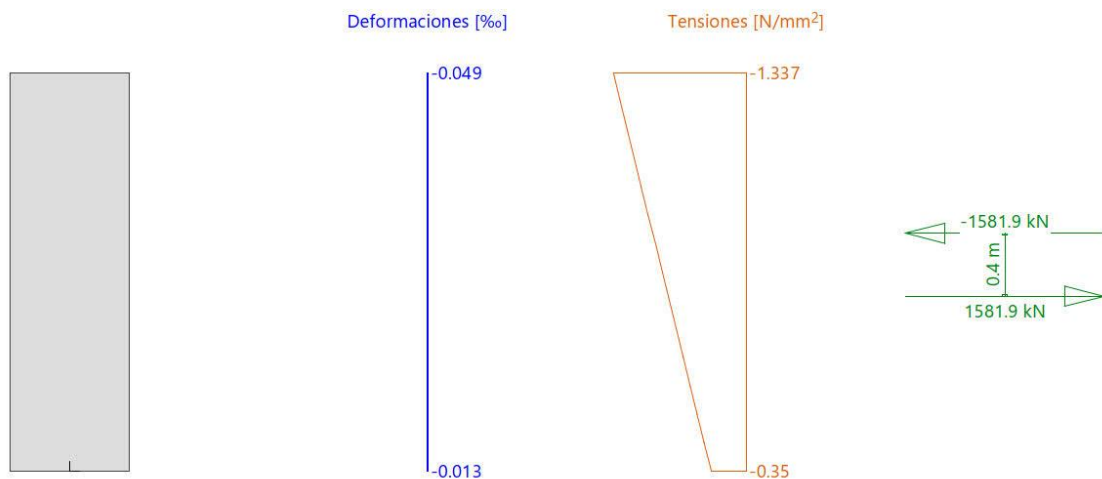
Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	2.5	-0.049	-1.337	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.013	-0.35	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.55	1.518	311.131	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.65	1.554	318.501	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP3 (0., 0.65))	σ _{PT}	318.501	N/mm ²
Δσ (PP2 (0., 1.55))	Δσ _{PT}	5.363	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	627.4	-				
11	AP6		0	0	-				

- 1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
- 2 : Activa: PP2
- 4 : Activa: PP1
- 6 : Activa: PP4
- 8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=00

- θ : Inclínación de las bielas de compresión
- φ : Coef. de fluencia
- P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 11 incrementos

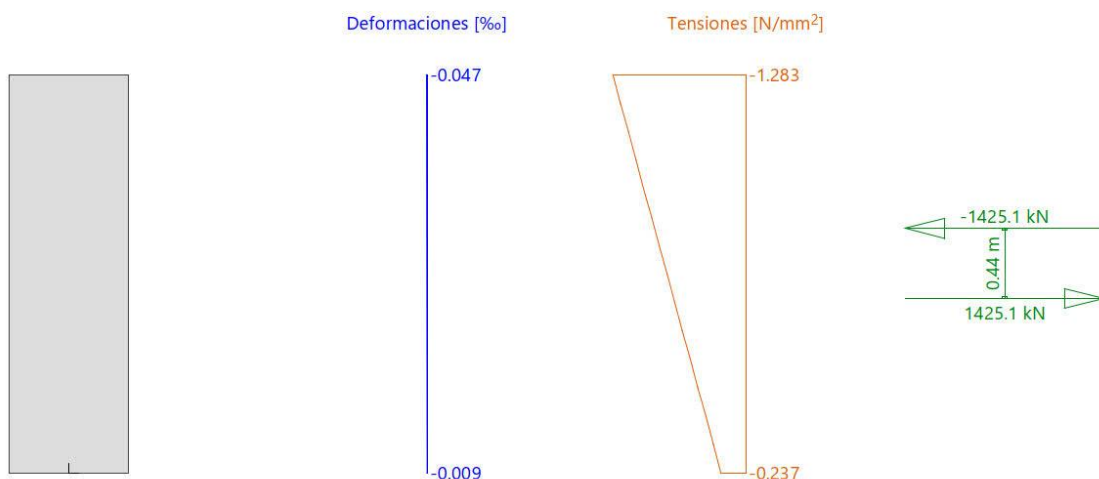
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	2.5	-0.047	-1.283	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.009	-0.237	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.55	1.365	279.869	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.65	1.402	287.407	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0.,0.65))$	σ_{PT}	287.407	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0.,1.55))$	$\Delta\sigma_{PT}$	36.625	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	627.4	-				
11	AP6		0	0	-				
12	AP6		0	101.9	-				

- 1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
- 2 : Activa: PP2
- 4 : Activa: PP1
- 6 : Activa: PP4
- 8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis Código: Código Estructural 2021

ID	σ - ε -Diagrama				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	ϕ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=00

- θ : Inclinación de las bielas de compresión
- ϕ : Coef. de fluencia
- P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=00) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 12 incrementos

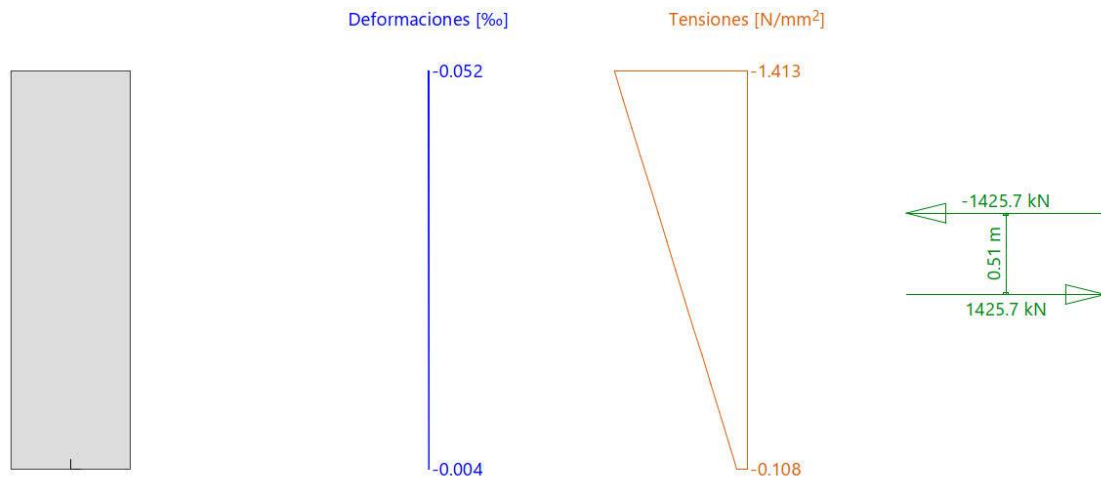
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	2.5	-0.052	-1.413	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.004	-0.108	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.55	1.364	279.633	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.65	1.404	287.872	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0., 0.65))$	σ_{PT}	287.872	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0., 1.55))$	$\Delta\sigma_{PT}$	36.861	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-L

Escala 1:36.2



b. Pila 1. Transversal

Sección (Viga): ENC-P1-T

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [m]	z_q [m]	No.	y_q [m]	z_q [m]
R	C	HA25	Polígono	1 3	-0.38 0.38	0 2.50	2 4	0.38 -0.38	0 2.50

Tendones 3Y4|G0 $\Sigma A_p = 5028 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.3 \%$

Nombre	Clase	BC	Adh.	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	dy	dz	$\varepsilon_o + \Delta\varepsilon$ [‰]	P_{oo}/P_o	A_{p_o} [mm ²]
--------	-------	----	------	-----------------	-----------------	----	----	--	--------------	---------------------------------

Adh. : con/sin adherencia

Paredes de cortante

Ningún análisis posible! Clase de material no definida!

Nombre	Ponderación Vy Vz T	b_w [m]	h [m]	z [m]	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	y_{2q} [m]	z_{2q} [m]	Estribos	a_{sw} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1	0.75	2.18	2.18	0	2.34	0	0.16	ST	--
SWY	1 1 0	2.50	0.43	0.43	-0.22	1.25	0.22	1.25	ST	--

Punto de resultados

Nombre	Fórmula / Resultado	y_q [m]	z_q [m]
ASW1	$ASW_{MIN}(SWZ) \circ ASW(SWY) \circ ASW(SWZ)$		
σ_{PT}	$\sigma(PP2(0., 1.25))$		
$\Delta\sigma_{PT}$	$\Delta\sigma(0., 1.25)$		

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)

	Área [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]	Centro Gr., Angulo [m]	Masa espec. [kg/m]
A_x	1.8750	I_x 0.285162	y_s 0	M_{sec} 4687.5
A_y	(=A _x)	I_y 0.976563	z_s 1.25	
A_z	(=A _x)	I_z 0.087891	β 0. [°]	

Detalles de las características mecánicas

Nombre	Mat.	Masa espec. [t/m ³]	Valores básico A_{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	Características mecánicas $w=E/E_{ref}$ [-]	$w A_{xi}$ [m ²]	$w I_{xi}$ [m ⁴]	No.	Torsión Ix u [m]	I [m]
R	C	2.5	1.8750	32	1.00	1.8750	0.285162	1	6.50	

$w=E/E_{ref}$: Ponderación (material de referencia: C)
 $w A_{xi}$: Área del elemento (coeficiente de homogeneización incluido)
 $w I_{xi}$: Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido)
 No. : Modelo torsional 1=Rectángulo
 u : Longitud supuesta del perímetro
 I : Longitud del elemento de pared delgada

Características de la sección y de la variante

Barra Tipo	h_w [m]	Incl. del canto ψ_o [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	Incl. estribos β [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT	Rigideces predefinidas de la sección $G I_x$ [kNm ²]	$G A_y$ [kN]	$G A_z$ [kN]
Viga		0	0	90.0	B:Sec compl			

Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:50.0



Sección (Viga): ENC-P1-T

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [m]	z_q [m]	No.	y_q [m]	z_q [m]
R	C	HA25	Polígono	1 3	-0.38 0.38	0 2.50	2 4	0.38 -0.38	0 2.50

Tendones 3Y4|G0 $\Sigma A_p = 5028 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.3 \%$

Nombre	Clase	BC	Adh.	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	dy	dz	$\epsilon_o + \Delta\epsilon$ [%]	$P_{oo}P_o$	A_p [mm ²]
PP2	DYWIDAG	0	Con.	0	1.25	0	0	1.553	0.900	1257

Adh. : con/sin adherencia

Paredes de cortante

Ningún análisis posible! Clase de material no definida!

Nombre	Ponderación Vy Vz T	b_w [m]	h [m]	z [m]	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	y_{2q} [m]	z_{2q} [m]	Estribos	a_{sw} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1	0.75	2.18	2.18	0	2.34	0	0.16	ST	--
SWY	1 1 0	2.50	0.43	0.43	-0.22	1.25	0.22	1.25	ST	--

Punto de resultados

Nombre	Fórmula / Resultado	y_q [m]	z_q [m]
ASW1	ASWMIN(SWZ) o ASW(SWY) o ASW(SWZ)		
σ_{pT}	$\sigma(PP2(0., 1.25))$		
$\Delta\sigma_{pT}$	$\Delta\sigma((0., 1.25))$		

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)

	Area [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]	Centro Gr., Ángulo [m]		Masa espec. [kg/m]
Ax	1.8750	Ix 0.285162	ys 0		Msec 4687.5
Ay	(=Ax)	Iy 0.976563	zs 1.25		
Az	(=Ax)	Iz 0.087891	β 0. [°]		

Detalles de las características mecánicas

Nombre	Mat.	Valores básico Masa espec. [t/m ³]	A_{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	Características mecánicas w=E/E _{ref}	w A_{xi} [m ²]	w I_{xi} [m ⁴]	No.	Torsión Ix u [m]	I [m]
R	C	2.5	1.8750	32	1.00	1.8750	0.285162	1	6.50	

$w=E/E_{ref}$: Ponderación (material de referencia: C)
 $w A_{xi}$: Área del elemento (coeficiente de homogeneización incluido)
 $w I_{xi}$: Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido)
 No. : Modelo torsional 1=Rectángulo
 u : Longitud supuesta del perímetro
 I : Longitud del elemento de pared delgada

Características de la sección y de la variante

Barra Tipo	h_w [m]	Incl. del canto ψ_o [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	Incl. estribos β [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT	Rigideces predefinidas de la sección Glx [kNm ²]	GAy [kN]	GAz [kN]
Viga		0	0	90.0	B:Sec compl			

Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:50.0



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T
Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	Observaciones
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
- : Cálculo a flexión simple según eje y II

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama c	s	p	M	Límites de deformación ε _{c2} [%]	ε _{cu3} [%]	ε _{ud} [%]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	τ=0

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) con pérdidas

Deformaciones y tensiones extremas después 3 incrementos

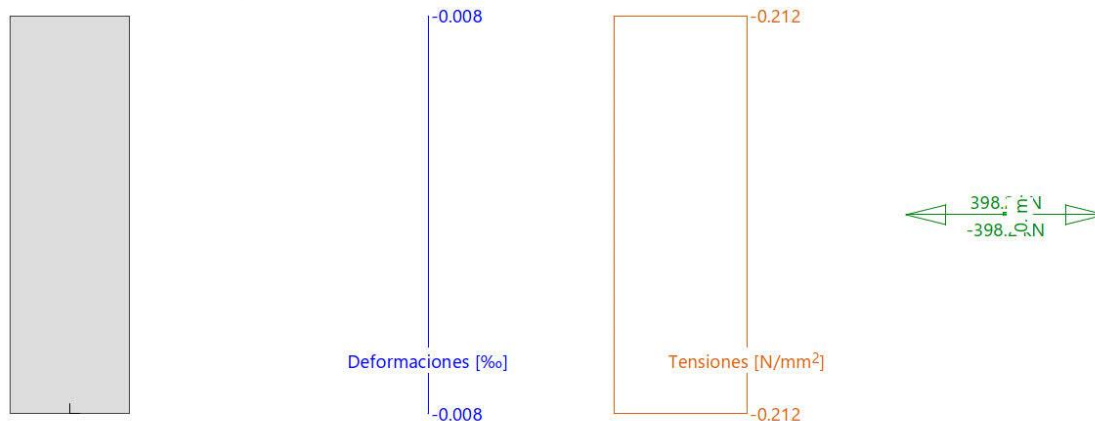
Nombre	Clase	Y _d [m]	Z _d [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	-0.38	0.	-0.008	-0.212	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.25	1.545	316.768	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP2 (0.,1.25))	σ _{PT}	316.768	N/mm ²
Δσ ((0.,1.25))	Δσ _{PT}	0.	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:36.2


Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T
Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	Observaciones
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
4 : Activa: PP1
- : Cálculo a flexión simple según eje y II

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	τ=0

θ : Inclínación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 5 incrementos

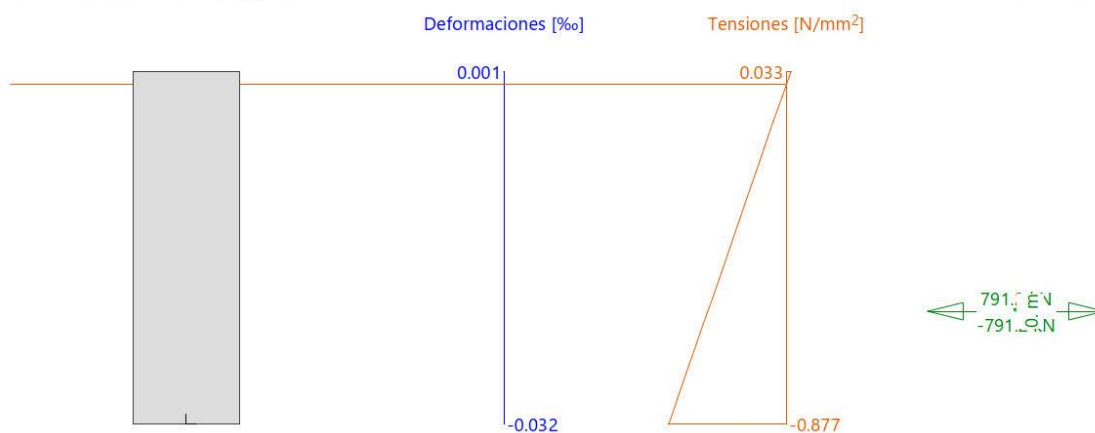
Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	-0.38	0.	-0.032	-0.877	1.00
R	HA25	0.38	2.5	0.001	0.033	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.35	1.533	314.264	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.25	1.538	315.192	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP2 (0., 1.25))	σ _{PT}	315.192	N/mm ²
Δσ (PP2 (0., 1.25))	Δσ _{PT}	1.576	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:40.8



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
4 : Activa: PP1
6 : Activa: PP4
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

θ : Inclínación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 7 incrementos

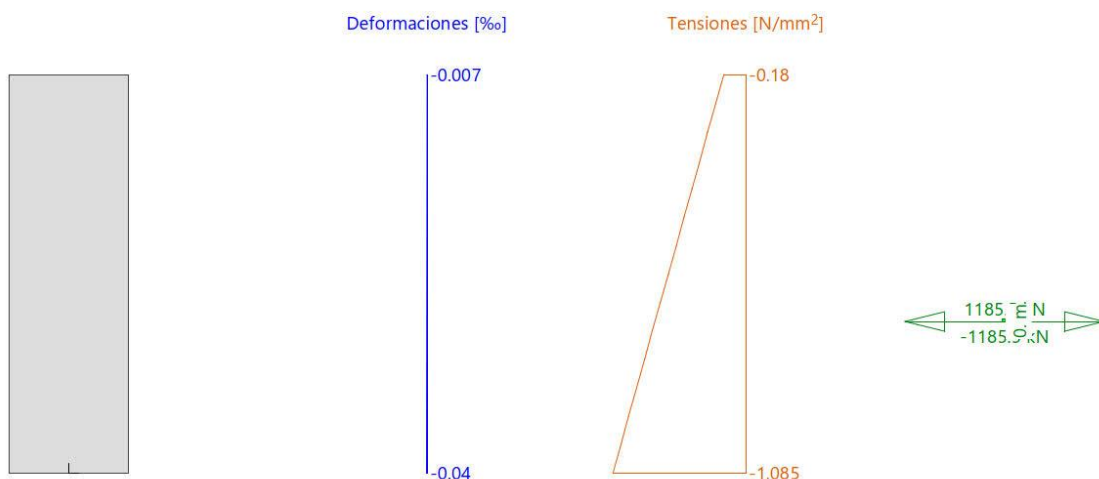
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [°]
R	HA25	-0.38	0.	-0.04	-1.085	1.00
R	HA25	0.38	2.5	-0.007	-0.179	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.35	1.525	312.695	1.00
PP4	DYWIDAG	0.	1.25	1.545	316.784	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP4(0.,1.25))$	σ_{PT}	316.784	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0.,1.25))$	$\Delta\sigma_{PT}$	3.157	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1 :36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				

- 1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
- 2 : Activa: PP2
- 4 : Activa: PP1
- 6 : Activa: PP4
- 8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ -Diagrama				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε_{c2} [%]	ε_{cu3} [%]	ε_{ud} [%]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [°]	ϕ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

- θ : Inclinación de las bielas de compresión
- ϕ : Coef. de fluencia
- P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=oo) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 9 incrementos

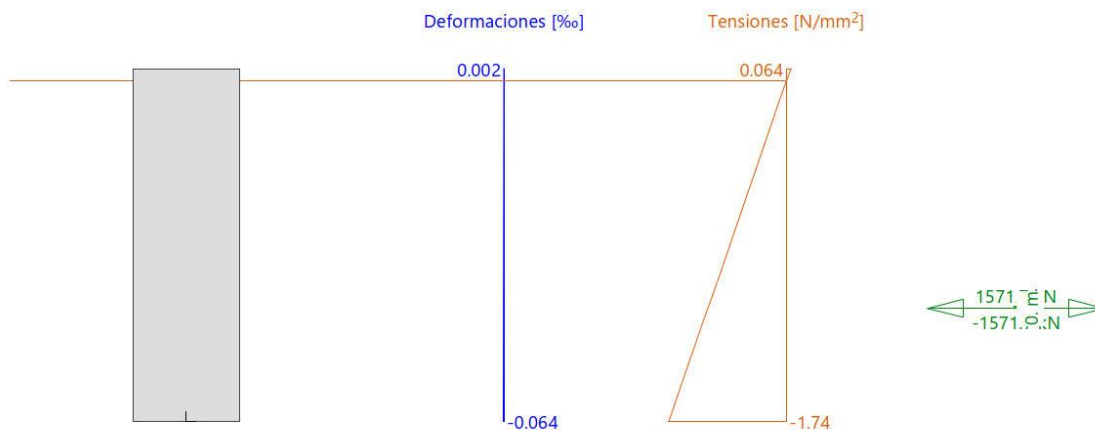
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	-0.38	0.	-0.064	-1.74	1.00
R	HA25	0.38	2.5	0.002	0.064	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.35	1.506	308.713	1.00
PP4	DYWIDAG	0.	1.25	1.538	315.235	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP4(0.,1.25))$	σ_{PT}	315.235	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP1(0.,0.35))$	$\Delta\sigma_{PT}$	5.55	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:40.8



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	795.0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
4 : Activa: PP1
6 : Activa: PP4
8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

θ : Inclínación de las bielas de compresión
 ϕ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) "con pérdidas"

Deformaciones y tensiones extremas después 10 incrementos

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [°]
R	HA25	0.38	2.5	-0.035	-0.945	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.027	-0.746	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.25	1.522	312.009	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.35	1.559	319.693	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0.,0.35))$	σ_{PT}	319.693	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP1(0.,0.35))$	$\Delta\sigma_{PT}$	5.55	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	795.0	-				
11	AP6		0	0	-				

- 1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
4 : Activa: PP1
6 : Activa: PP4
8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis Código: Código Estructural 2021

ID	σ - ε -Diagrama				Límites de deformación			σ_s	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε_{cu2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	[N/mm ²]	α_{cc}	γ_c	γ_s	γ_p	γ_M	θ	ϕ	P(t)
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=00

- θ : Inclinación de las bielas de compresión
 ϕ : Coef. de fluencia
P(t) : Preadargamiento en el tiempo (t=0) o (t=00) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 11 incrementos

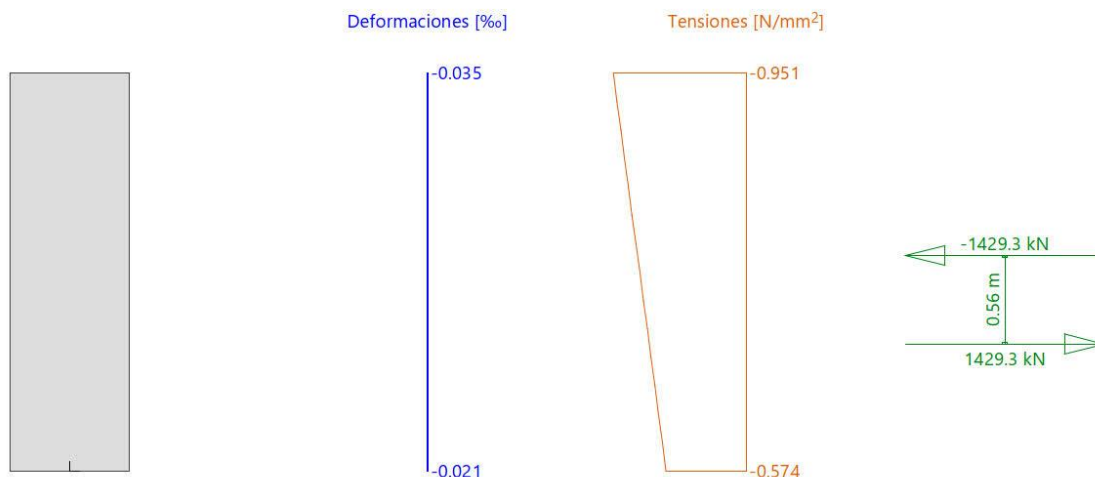
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [°]
R	HA25	0.38	2.5	-0.035	-0.951	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.021	-0.573	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.25	1.37	280.797	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.35	1.41	288.969	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0.,0.35))$	σ_{PT}	288.969	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0.,1.25))$	$\Delta\sigma_{PT}$	35.972	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:36.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	795.0	-				
11	AP6		0	0	-				
12	AP6		0	144.1	-				

- 1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
4 : Activa: PP1
6 : Activa: PP4
8 : Activa: PP3
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis Código: Código Estructural 2021

ID	σ - ε Diagrama				Límites de deformación				Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm ²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [°]	ϕ [°]	P(t) [°]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=00

- θ : Inclinación de las bielas de compresión
 ϕ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=00) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 12 incrementos

Nombre	Clase	Y_q [m]	Z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	2.5	-0.042	-1.134	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.014	-0.393	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.25	1.37	280.787	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.35	1.414	289.942	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0.,0.35))$	σ_{PT}	289.942	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0.,1.25))$	$\Delta\sigma_{PT}$	35.981	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P1-T

Escala 1:36.2



c. Pila 4. Longitudinal

Sección (Viga): ENC-P4-L

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [m]	z_q [m]	No.	y_q [m]	z_q [m]
R	C	HA25	Polígono	1 3	-0.38 0.38	0 1.70	2 4	0.38 -0.38	0 1.70

Tendones 3Y4[G0] $\Sigma A_p = 5746 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.5 \%$

Nombre	Clase	BC	Adh.	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	dy	dz	$\varepsilon_o + \Delta\varepsilon$ [%]	$P_{oo}P_o$	A_p [mm ²]
--------	-------	----	------	-----------------	-----------------	----	----	--	-------------	-----------------------------

Adh. : con/sin adherencia

Paredes de cortante

Ningún análisis posible! Clase de material no definida!

Nombre	Ponderación Vy Vz T	b_w [m]	h [m]	z [m]	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	y_{2q} [m]	z_{2q} [m]	Estribos	a_{3w} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1	0.75	1.54	1.54	0	1.70	0	0.16	ST	--
SWY	1 1 0	1.70	0.43	0.43	-0.22	0.85	0.22	0.85	ST	--

Punto de resultados

Nombre	Fórmula / Resultado	y_q [m]	z_q [m]
ASW1	ASWMIN (SWZ) o ASW (SWY) o ASW (SWZ)		
σ_{PT}	$\sigma (PP2 (0., 1.05))$		
$\Delta\sigma_{PT}$	$\Delta\sigma ((0., 0.85))$		

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)

	Area [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]	Centro Gr., Angulo [m]		Masa espec. [kg/m]
A_x	1.2750	I_x 0.172825	y_s -0.00	M_{sec}	3187.5
A_y	(=A _x)	I_y 0.307063	z_s 0.85		
A_z	(=A _x)	I_z 0.059766	β 0. [°]		

Detalles de las características mecánicas

Nombre	Mat.	Valores básico Masa espec. [t/m ³]	A_{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	Características mecánicas $w=E/E_{ref}$	$w A_{xi}$ [m ²]	$w I_{xi}$ [m ⁴]	No.	Torsión Ix u [m]	l [m]
R	C	2.5	1.2750	32	1.00	1.2750	0.172825	1	4.90	

$w=E/E_{ref}$: Ponderación (material de referencia: C)
 $w A_{xi}$: Área del elemento (coeficiente de homogeneización incluido)
 $w I_{xi}$: Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido)
 $No.$: Modelo torsional 1=Rectángulo
 u : Longitud supuesta del perímetro
 l : Longitud del elemento de pared delgada

Características de la sección y de la variante

Barra Tipo	h_w [m]	Incl. del canto ψ_o [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	Incl. estribos β [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT	Rigideces predefinidas de la sección $G I_x$ [kNm ²]	$G A_y$ [kN]	$G A_z$ [kN]
Viga		0	0	90.0	B:Sec compl			

Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1:50.0



Sección (Viga): ENC-P4-L

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [m]	z_q [m]	No.	y_q [m]	z_q [m]
R	C	HA25	Polígono	1 3	-0.38 0.38	0 1.70	2 4	0.38 -0.38	0 1.70

Tendones 3Y4|G0 $\Sigma A_p = 5746 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.5 \%$

Nombre	Clase	BC	Adh.	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	dy	dz	$\varepsilon_0 + \Delta\varepsilon$ [%]	$P_{00}P_0$	A_{p_2} [mm ²]
PP2	DYWIDAG	0	Con.	0	1.05	0	0	1.553	0.900	898

Adh. : con/sin adherencia

Paredes de cortante

Ningún análisis posible! Clase de material no definida!

Nombre	Ponderación Vy Vz T	b_w [m]	h [m]	z [m]	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	y_{2q} [m]	z_{2q} [m]	Estribos	a_{sw} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1	0.75	1.54	1.54	0	1.70	0	0.16	ST	--
SWY	1 1 0	1.70	0.43	0.43	-0.22	0.85	0.22	0.85	ST	--

Punto de resultados

Nombre	Fórmula / Resultado	y_q [m]	z_q [m]
ASW1	$ASWMIN(SWZ) \circ ASW(SWY) \circ ASW(SWZ)$		
σ_{PT}	$\sigma(PP2(0., 1.05))$		
$\Delta\sigma_{PT}$	$\Delta\sigma(0., 0.85)$		

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)

	Area [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]	Centro Gr., Ángulo [m]	Masa espec. [kg/m]
A_x	1.2750	I_x 0.172825	ys -0.00	M_{sec} 3187.5
A_y	(=A _x)	I_y 0.307063	zs 0.85	
A_z	(=A _x)	I_z 0.059766	β 0. [°]	

Detalles de las características mecánicas

Nombre	Mat.	Masa espec. [t/m ³]	Valores básico A_{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	Características mecánicas $w=E/E_{ref}$ [-]	$w A_{xi}$ [m ²]	$w I_{xi}$ [m ⁴]	No.	Torsión Ix u [m]	I [m]
R	C	2.5	1.2750	32	1.00	1.2750	0.172825	1	4.90	

$w=E/E_{ref}$: Ponderación (material de referencia: C)
 $w A_{xi}$: Área del elemento (coeficiente de homogeneización incluido)
 $w I_{xi}$: Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido)
 No. : Modelo torsional 1=Rectángulo
 u : Longitud supuesta del perímetro
 I : Longitud del elemento de pared delgada

Características de la sección y de la variante

Barra Tipo	h_w [m]	Incl. del canto ψ_o [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT	Rigideces predefinidas de la sección $G I_x$ [kNm ²]	$G A_y$ [kN]	$G A_z$ [kN]
Viga		0	0	90.0 B:Sec compl			

Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1:50.0



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	Observaciones
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigoo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama c s p M	Límites de deformación ε _{c2} [%]	ε _{cu3} [%]	ε _{ud} [%]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1 1 1 1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) con pérdidas

Deformaciones y tensiones extremas después 3 incrementos

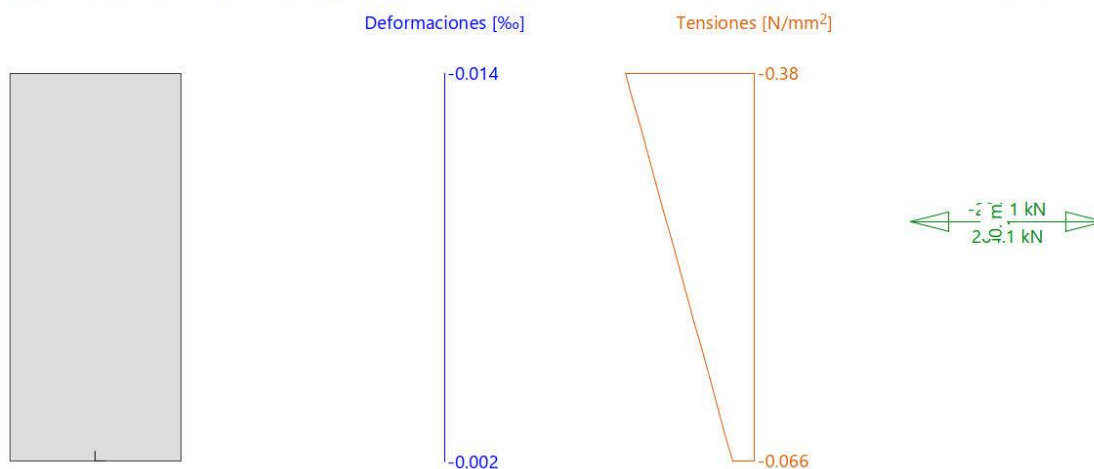
Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	1.7	-0.014	-0.38	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.002	-0.066	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.05	1.543	316.411	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP2 (0., 1.05))	σ _{PT}	316.411	N/mm ²
Δσ ((0., 0.85))	Δσ _{PT}	0.	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1 :25.3



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	Observaciones
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									
5	AP5		0	0	-				Activa

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2}	ε _{c13}	ε _{ud}	[N/mm ²]	α _{cc}	γ _c	γ _s	γ _p	γ _M	θ	φ	P(t)
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

θ : Inclinación de las bielas de compresión
 φ : Coef. de fluencia
 P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 5 incrementos

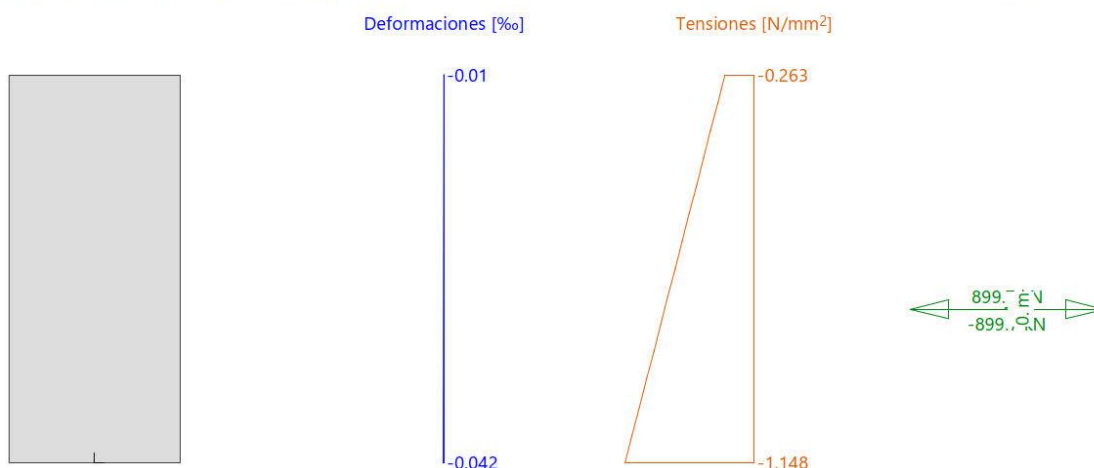
Nombre	Clase	y _q	z _q	ε	σ _d	γ
		[m]	[m]	[‰]	[N/mm ²]	[‰]
R	HA25	-0.38	0.	-0.042	-1.148	1.00
R	HA25	0.38	1.7	-0.01	-0.263	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.5	1.526	312.816	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.05	1.531	313.842	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP2 (0.,1.05))	σ _{PT}	313.842	N/mm ²
Δσ (PP2 (0.,1.05))	Δσ _{PT}	2.569	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1 :25.3



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N	M _y	M _z	V _y	V _z	T	
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 6 : Activa: PP4
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ - ϵ -Diagrama				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [°]	ϕ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	$\tau=\circ$	

θ : Inclínación de las bielas de compresión
 ϕ : Coef. de fluencia
 $P(t)$: Prealargamiento en el tiempo ($t=0$) o ($t=\infty$) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 7 incrementos

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	-0.38	0.	-0.044	-1.209	1.00
R	HA25	0.38	1.7	-0.024	-0.641	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.5	1.52	311.655	1.00
PP4	DYWIDAG	0.	1.05	1.544	316.433	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP4(0., 1.05))$	σ_{PT}	316.433	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0., 1.05))$	$\Delta\sigma_{PT}$	4.501	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1:25.3



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	

1 : Inactiva: PP2, PP1, PP4, PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 6 : Activa: PP4
 8 : Activa: PP3
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2}	ε _{cu3}	ε _{ud}	[N/mm ²]	α _{cc}	γ _c	γ _s	γ _p	γ _M	θ	φ	P(t)
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

θ : Inclínación de las bielas de compresión
 φ : Coef. de fluencia
 P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 9 incrementos

Nombre	Clase	Y _q	Z _q	ε	σ _d	γ
		[m]	[m]	[‰]	[N/mm ²]	[.]
R	HA25	-0.38	0.	-0.083	-2.273	1.00
R	HA25	0.38	1.7	-0.019	-0.523	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.5	1.494	306.269	1.00
PP4	DYWIDAG	0.	1.05	1.531	313.922	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP4 (0.,1.05))	σ _{PT}	313.923	N/mm ²
Δσ (PP2 (0.,1.05))	Δσ _{PT}	7.011	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala: 1:25.3



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	600.0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 6 : Activa: PP4
 8 : Activa: PP3
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021

ID	σ - ϵ -Diagrama				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ϵ_{c2} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	ϵ_{ud} [‰]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	ϕ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	$\tau=\circ$	

θ : Inclínación de las bielas de compresión
 ϕ : Coef. de fluencia
 $P(t)$: Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 10 incrementos

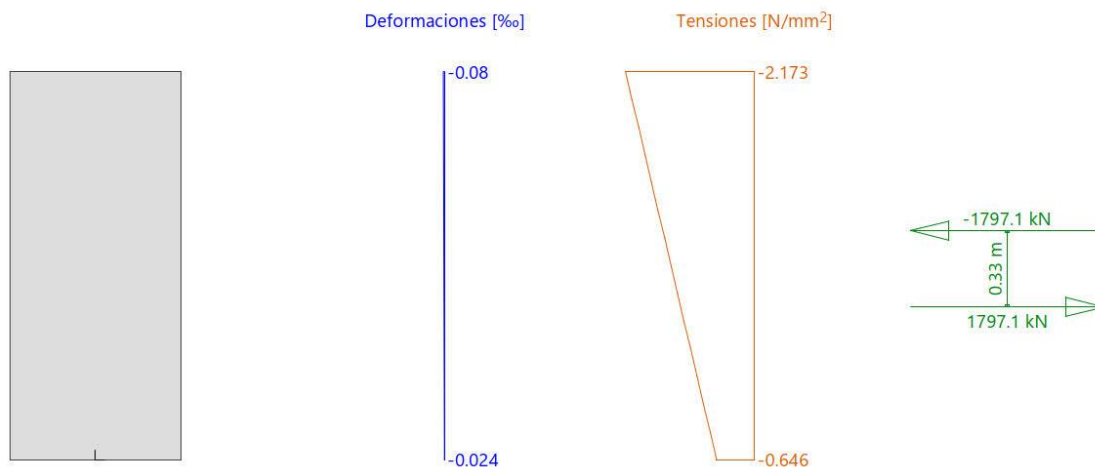
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	1.7	-0.08	-2.173	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.024	-0.646	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.05	1.495	306.416	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.5	1.551	317.907	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0.,0.5))$	σ_{PT}	317.907	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0.,1.05))$	$\Delta\sigma_{PT}$	9.996	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1:25.3



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 6 : Activa: PP4
 8 : Activa: PP3
 - : Cálculo a flexión simple según eje y II

Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=∞

θ : Inclinación de las bielas de compresión
 φ : Coef. de fluencia
 P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 11 incrementos

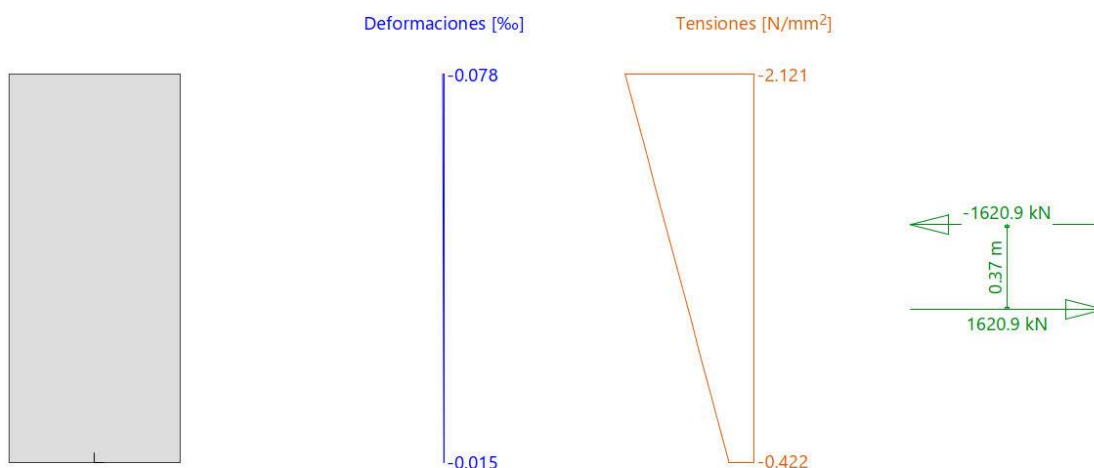
Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	0.38	1.7	-0.078	-2.121	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.015	-0.422	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.05	1.344	275.466	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.5	1.402	287.382	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP3 (0., 0.5))	σ _{PT}	287.382	N/mm ²
Δσ (PP2 (0., 1.05))	Δσ _{PT}	40.945	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1 :25.3



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				
8									Activa
9	AP5		0	0	-				
10	AP5		0	600.0	-				
11	AP6		0	0	-				
12	AP6		0	101.9	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 6 : Activa: PP4
 8 : Activa: PP3
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ - ϵ -Diagrama				Límites de deformación			σ_s	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ϵ_{c2}	ϵ_{cu3}	ϵ_{ud}	[N/mm ²]	α_{cc}	γ_c	γ_s	γ_p	γ_M	θ	ϕ	P(t)
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=∞

θ : Inclínación de las bielas de compresión

ϕ : Coef. de fluencia

P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 12 incrementos

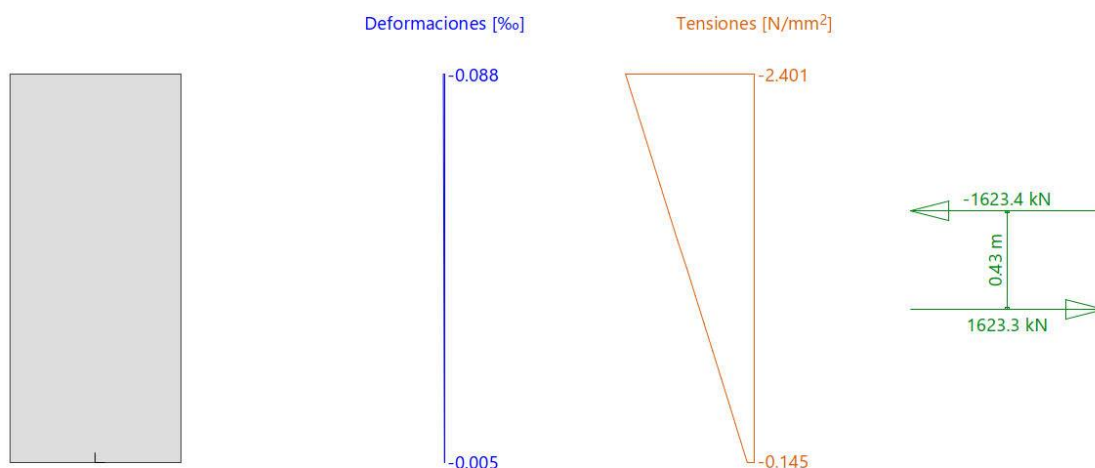
Nombre	Clase	y_q	z_q	ϵ	σ_d	γ
		[m]	[m]	[‰]	[N/mm ²]	[-]
R	HA25	0.38	1.7	-0.088	-2.401	1.00
R	HA25	-0.38	0.	-0.005	-0.145	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	1.05	1.341	274.959	1.00
PP3	DYWIDAG	0.	0.5	1.406	288.229	1.00

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(PP3(0., 0.5))$	σ_{PT}	288.229	N/mm ²
$\Delta\sigma(PP2(0., 1.05))$	$\Delta\sigma_{PT}$	41.452	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-L

Escala 1:25.3



d. Pila 4. Transversal

Página 1										
03.11.24, 19:15										
Sección (Viga): ENC-P4-T										
Contorno de sección parcial										
Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y_q [m]	z_q [m]	No.	y_q [m]	z_q [m]	
R	C	HA25	Poligon	1 3	-0.38 0.38	0 1.70	2 4	0.38 -0.38	0 1.70	
Tendones 3Y4 G0 $\Sigma A_p = 6285 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.5 \%$										
Nombre	Clase	BC	Adh.	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	dy	dz	$\varepsilon_o + \Delta\varepsilon$ [%]	P_{oo}/P_o	A_p [mm ²]
Adh. : con/sin adherencia										
Paredes de cortante										
Ningún análisis posible! Clase de material no definida!										
Nombre	Ponderación Vy Vz	b_w [m]	h [m]	z [m]	y_{1q} [m]	z_{1q} [m]	y_{2q} [m]	z_{2q} [m]	Estribos	a_{sw} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1	0.75	1.54	1.54	0	1.70	0	0.16	ST	--
SWY	1 1 0	1.70	0.43	0.43	-0.22	0.85	0.22	0.85	ST	--
Punto de resultados										
Nombre	Fórmula / Resultado							y_q [m]	z_q [m]	
ASW1	ASWMIN (SWZ) o ASW (SWY) o ASW (SWZ)									
σ_{PT}	$\sigma (PP2 (0., 0.85))$									
$\Delta\sigma_{PT}$	$\Delta\sigma ((0., 0.85))$									
Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)										
	Area [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]		Centro Gr. Ángulo [m]				Masa espec. [kg/m]		
A_x	1.2750	I_x	0.172825	y_s	-0.00			M_{sec}	3187.5	
A_y	(=A _x)	I_y	0.307063	z_s	0.85					
A_z	(=A _x)	I_z	0.059766	β	0. [°]					
Detalles de las características mecánicas										
Nombre	Mat.	Masa espec. [t/m ³]	A_{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	$w=E/E_{ref}$ [-]	$w A_{xi}$ [m ²]	$w I_{xi}$ [m ⁴]	No.	Torsión lx u [m]	l [m]
R	C	2.5	1.2750	32	1.00	1.2750	0.172825	1	4.90	
$w=E/E_{ref}$: Ponderación (material de referencia: C) $w A_{xi}$: Área del elemento (coeficiente de homogeneización incluido) $w I_{xi}$: Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido) No. : Modelo torsional 1=Rectángulo u : Longitud supuesta del perímetro l : Longitud del elemento de pared delgada										
Características de la sección y de la variante										
Barra Tipo	h_w [m]	Incl. del canto ψ_o [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT	Rigideces predefinidas de la sección $G I_x$ [kNm ²]		$G A_y$ [kN]	$G A_z$ [kN]		
Viga		0	0	90.0	B:Sec compl					
Sección (Viga): ENC-P4-T Escala 1:50.0 										
Nr.:										

\\192.168.55.6\se9887\3-WIP\3-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

										Página 2	
										03.11.24, 19:15	
Sección (Viga): ENC-P4-T											
Contorno de sección parcial											
Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	Y _q [m]	Z _q [m]	No.	Y _q [m]	Z _q [m]		
R	C	HA25	Polígono	1 3	-0.38 0.38	0 1.70	2 4	0.38 -0.38	0 1.70		
Tendones 3Y4 G0 $\Sigma A_p = 6285 \text{ mm}^2$, $\rho = 0.5 \%$											
Nombre	Clase	BC	Adh.	Y _{1q} [m]	Z _{1q} [m]	dy	dz	$\varepsilon_o + \Delta\varepsilon$ [‰]	P _{oo} /P _o	A _{p2} [mm ²]	
PP2	DYWIDAG	0	Con.	0	0.85	0	0	1.553	0.900	1886	
Adh. : con/sin adherencia											
Paredes de cortante											
Ningún análisis posible! Clase de material no definida!											
Nombre	Ponderación Vy Vz	T	b _w [m]	h [m]	z [m]	Y _{1q} [m]	Z _{1q} [m]	Y _{2q} [m]	Z _{2q} [m]	Estribos	a _{sw} [mm ² /m]
SWZ	1 1 1		0.75	1.54	1.54	0	1.70	0	0.16	S ^T	--
SWY	1 1 0		1.70	0.43	0.43	-0.22	0.85	0.22	0.85	S ^T	--
Punto de resultados											
Nombre	Fórmula / Resultado								Y _q [m]	Z _q [m]	
ASW1	ASWMIN (SWZ) o ASW (SWY) o ASW (SWZ)										
σ_{PT}	$\sigma (PP2 (0., 0.85))$										
$\Delta\sigma_{PT}$	$\Delta\sigma ((0., 0.85))$										
Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: C)											
	Area [m ²]	Momento de inercia [m ⁴]	Centro Gr., Angulo [m]						Masa espec. [kg/m]		
A _x	1.2750	I _x	0.172825	y _s	-0.00			M _{spec}	3187.5		
A _y	(=A _x)	I _y	0.307063	z _s	0.85						
A _z	(=A _x)	I _z	0.059766	β	0. [°]						
Detalles de las características mecánicas											
Nombre	Mat.	Valores básico			Características mecánicas			No.	Torsión Ix		
		Masa espec. [t/m ³]	A _{xi} [m ²]	E [kN/mm ²]	w=E/E _{ref}	w A _{xi} [m ²]	w I _{xi} [m ⁴]		u [m]	I [m]	
R	C	2.5	1.2750	32	1.00	1.2750	0.172825	1	4.90		
w=E/E _{ref} : Ponderación (material de referencia: C) w A _{xi} : Area del elemento (coeficiente de homogeneización incluido) w I _{xi} : Inercia a torsión (coeficiente de homogeneización incluido) No. : Modelo torsional 1=Rectángulo u : Longitud supuesta del perímetro I : Longitud del elemento de pared delgada											
Características de la sección y de la variante											
Barra Tipo	h _w [m]	Incl. del canto ψ_o [°]	Incl. estribos ψ_u [°]	β [°]	Fuerza cortante y torsión Modelo VT	Rigideces predefinidas de la sección					
Viga		0	0	90.0	B:Sec compl	G _{Ix} [kNm ²]	G _{Ay} [kN]	G _{Az} [kN]			
										Nr.:	

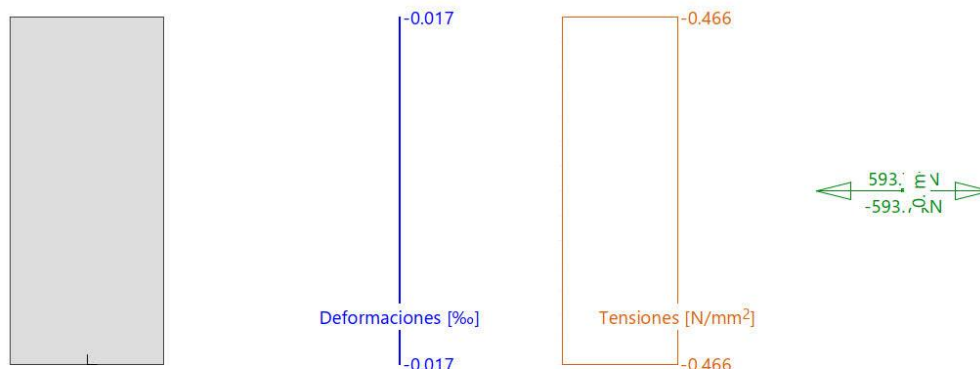
\\192.168.55.6\se9887\3-WIP\3-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

Página 3																																																																																																																																	
03.11.24, 19:15																																																																																																																																	
Sección (Viga): ENC-P4-T  Escala 1:50.0																																																																																																																																	
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">AP</th> <th rowspan="2">P</th> <th colspan="3">Flexión y esfuerzo normal</th> <th colspan="3">Esfuerzos de corte y torsión</th> <th rowspan="2">Observaciones</th> </tr> <tr> <th>N [kN]</th> <th>M_y [kNm]</th> <th>M_z [kNm]</th> <th>V_y [kN]</th> <th>V_z [kN]</th> <th>T [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Inactiva</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Activa</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>AP5</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3 2 : Activa: PP2 - : Cálculo a flexión simple según eje y !! Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ID</th> <th colspan="4">σ-ε-Diagrama</th> <th colspan="3">Límites de deformación</th> <th rowspan="2">σ_s [N/mm²]</th> <th colspan="5">Factores de la resistencia</th> <th colspan="3">Otros valores</th> </tr> <tr> <th>c</th> <th>s</th> <th>p</th> <th>M</th> <th>ε_{c2} [‰]</th> <th>ε_{cu3} [‰]</th> <th>ε_{ud} [‰]</th> <th>α_{cc} [-]</th> <th>γ_c [-]</th> <th>γ_s [-]</th> <th>γ_θ [-]</th> <th>γ_M [-]</th> <th>θ [-]</th> <th>φ [-]</th> <th>P(t) [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AP5</td> <td>1/1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-2.</td> <td>-3.5</td> <td>10.</td> <td></td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>45.</td> <td>0.</td> <td>ε=0</td> </tr> </tbody> </table> θ : Inclinación de las bielas de compresión φ : Coef. de fluencia P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas' Deformaciones y tensiones extremas después 3 incrementos <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Clase</th> <th>y_q [m]</th> <th>Z_q [m]</th> <th>ε [‰]</th> <th>σ_d [N/mm²]</th> <th>γ [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R</td> <td>HA25</td> <td>-0.38</td> <td>0.</td> <td>-0.017</td> <td>-0.466</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>PP2</td> <td>DYWIDAG</td> <td>0.</td> <td>0.85</td> <td>1.536</td> <td>314.864</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table> Punto de resultados <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Fórmula / Resultado</th> <th>Nombre</th> <th>Valor</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>σ (PP2 (0., 0.85))</td> <td>σ_{PT}</td> <td>314.864</td> <td>N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Δσ ((0., 0.85))</td> <td>Δσ_{PT}</td> <td>0.</td> <td>N/mm²</td> </tr> </tbody> </table>		No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	1									Inactiva	2									Activa	3	AP5		0	0	-					ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores			c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _θ [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]	AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	ε=0	Nombre	Clase	y _q [m]	Z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]	R	HA25	-0.38	0.	-0.017	-0.466	1.00	PP2	DYWIDAG	0.	0.85	1.536	314.864	1.00	Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor	σ (PP2 (0., 0.85))	σ _{PT}	314.864	N/mm ²	Δσ ((0., 0.85))	Δσ _{PT}	0.	N/mm ²
No.	AP				P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones																																																																																																																					
		N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]		V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]																																																																																																																									
1									Inactiva																																																																																																																								
2									Activa																																																																																																																								
3	AP5		0	0	-																																																																																																																												
ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores																																																																																																																			
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _θ [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]																																																																																																																	
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	ε=0																																																																																																																	
Nombre	Clase	y _q [m]	Z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]																																																																																																																											
R	HA25	-0.38	0.	-0.017	-0.466	1.00																																																																																																																											
PP2	DYWIDAG	0.	0.85	1.536	314.864	1.00																																																																																																																											
Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor																																																																																																																														
σ (PP2 (0., 0.85))	σ _{PT}	314.864	N/mm ²																																																																																																																														
Δσ ((0., 0.85))	Δσ _{PT}	0.	N/mm ²																																																																																																																														
Nr.:																																																																																																																																	

\\192.168.55.6\se9887\3-WIP\13-2-PC\3-1-1-NOGRACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T

Escala 1 :28.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	-
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				

```

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
2 : Activa: PP2
4 : Activa: PP1
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

```

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ - ε -Diagrama				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores		
	c	s	p	M	ε_{c2} [%]	ε_{cu3} [%]	ε_{ud} [%]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	$\tau=0$	

θ	:	Inclinación de las bielas de compresión
φ	:	Coef. de fluencia
$P(t)$	:	Prealargamiento en el tiempo ($t=0$) o ($t=t_{00}$) 'con pérdidas'

Deformaciones y tensiones extremas después 5 incrementos

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [°]
R	HA25	-0.38	0.	-0.05	-1.37	1.00
R	HA25	0.38	1.7	-0.006	-0.172	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	0.85	1.525	312.568	1.00
PP1	DYWIDAG	0.	0.3	1.527	313.093	1.00

Punto de resultados

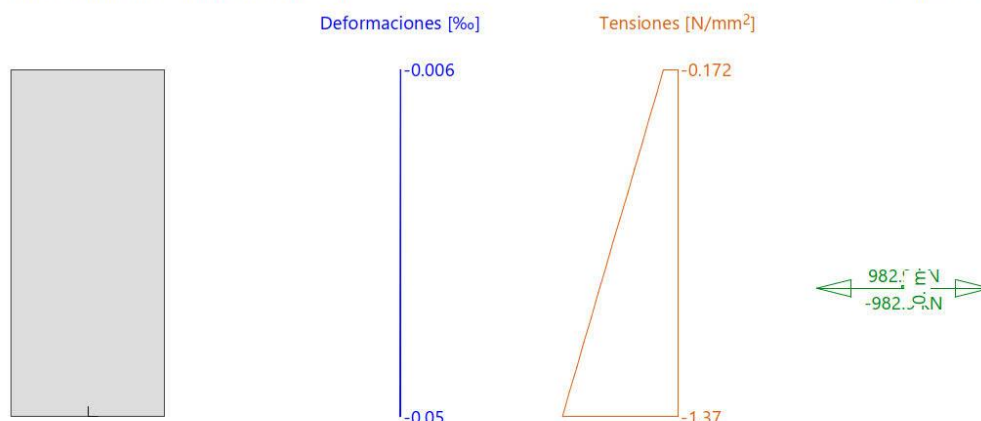
Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$\sigma(\text{PPI}(0.,0.3))$	σ_{PI}	313.093	N/mm ²
$\Delta\sigma(\text{PPI}(0.,0.85))$	$\Delta\sigma_{\text{PI}}$	2.295	N/mm ²

Nr.:

\\192.168.55.6\se9887\3-WIPR\3-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T

Escala 1 :28.2



Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	Observaciones
1									Inactiva
2									Activa
3	AP5		0	0	-				
4									Activa
5	AP5		0	0	-				
6									Activa
7	AP5		0	0	-				

1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3
 2 : Activa: PP2
 4 : Activa: PP1
 6 : Activa: PP4
 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis AP5 Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Factores de la resistencia						Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [%]	ε _{cu3} [%]	ε _{ud} [%]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0

θ : Inclinación de las bielas de compresión
 φ : Coef. de fluencia
 P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) con pérdidas

Deformaciones y tensiones extremas después 7 incrementos

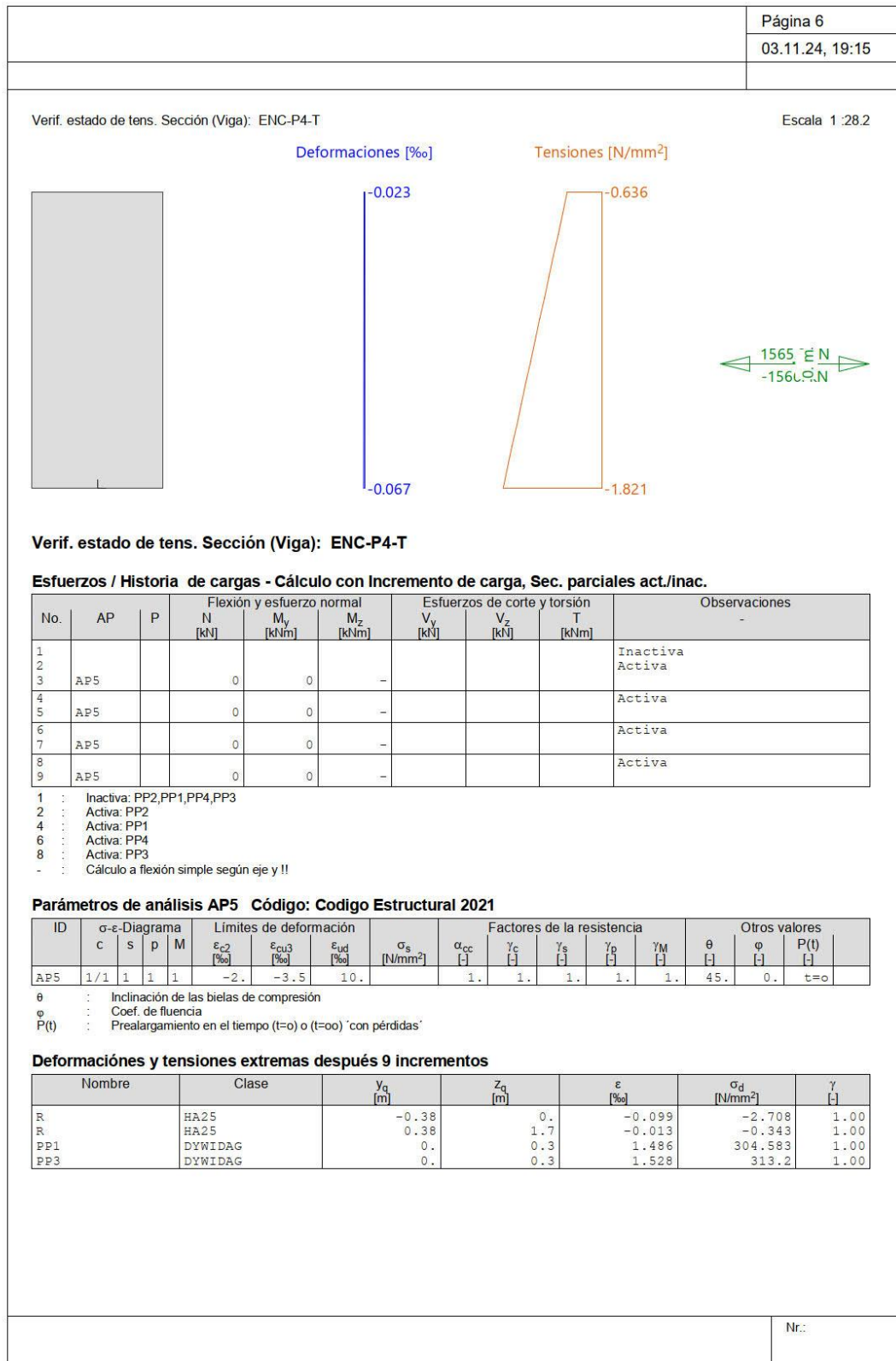
Nombre	Clase	y _q [m]	z _q [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
R	HA25	-0.38	0.	-0.067	-1.821	1.00
R	HA25	0.38	1.7	-0.023	-0.636	1.00
PP2	DYWIDAG	0.	0.85	1.508	309.13	1.00
PP4	DYWIDAG	0.	0.85	1.536	314.926	1.00

Punto de resultados

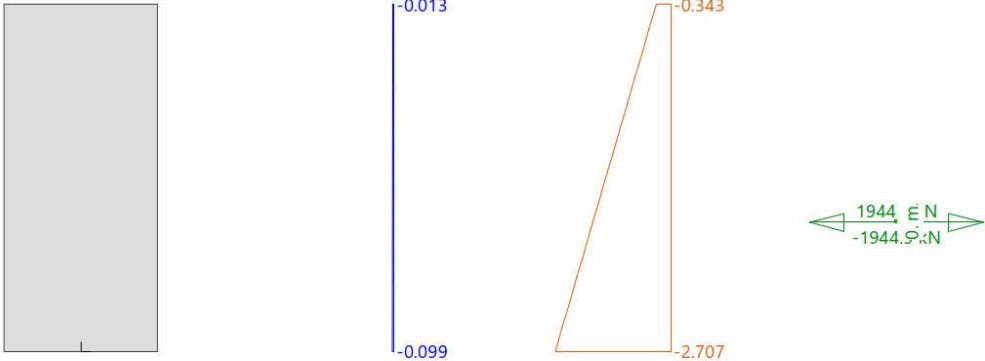
Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
σ (PP4 (0., 0.85))	σ _{PT}	314.927	N/mm ²
Δσ (PP2 (0., 0.85))	Δσ _{PT}	5.734	N/mm ²

Nr.:

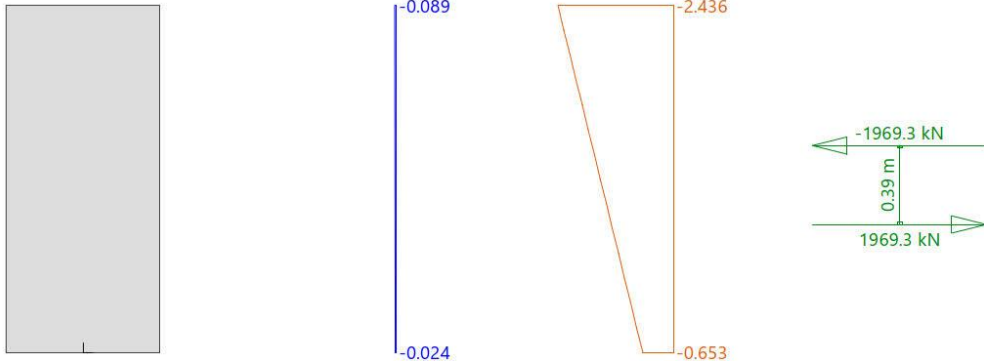
\\192.168.55.6\se9887\3-WIP\13-2-PC\13-1-1-NOGRACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9



\\192.168.55.6\se9887\3-WIPR\3-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

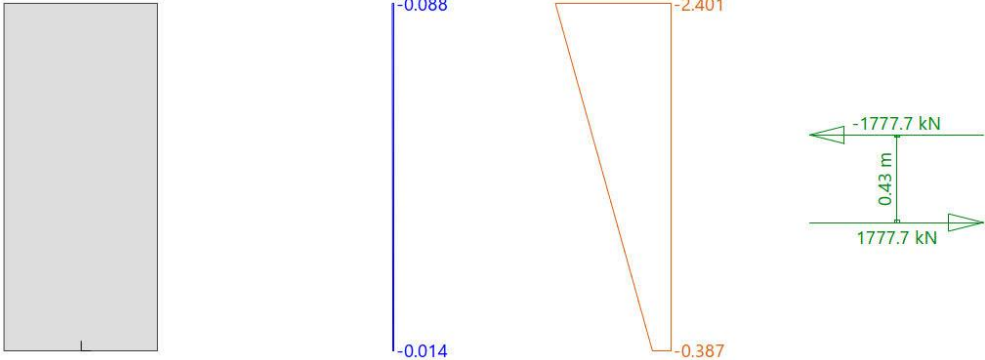
				Página 7												
				03.11.24, 19:15												
Punto de resultados																
Fórmula / Resultado			Nombre	Valor	Valor											
$\sigma (PP3 (0., 0.3))$			σ_{PT}	313.2	N/mm ²											
$\Delta \sigma (PP1 (0., 0.3))$			$\Delta \sigma_{PT}$	8.51	N/mm ²											
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T																
Escala 1 :28.2																
Deformaciones [‰]																
Tensiones [N/mm ²]																
																
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T																
Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.																
No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones							
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]								
1									Inactiva							
2									Activa							
3	AP5		0	0	-											
4									Activa							
5	AP5		0	0	-											
6									Activa							
7	AP5		0	0	-											
8									Activa							
9	AP5		0	0	-											
10	AP5		0	763.1	-											
1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3 2 : Activa: PP2 4 : Activa: PP1 6 : Activa: PP4 8 : Activa: PP3 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!																
Parámetros de análisis AP5 Código: Código Estructural 2021																
ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
θ : Inclinación de las bielas de compresión φ : Coef. de fluencia P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) con pérdidas																
															Nr.:	

\\192.168.55.6\se9887\3-WIP\13-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

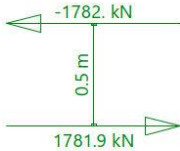
						Página 8				
						03.11.24, 19:15				
Deformaciones y tensiones extremas después 10 incrementos										
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [%]	σ_d [N/mm²]	γ [-]				
R	HA25	0.38	1.7	-0.089	-2.436	1.00				
R	HA25	-0.38	0.	-0.024	-0.653	1.00				
PP2	DYWIDAG	0.	0.85	1.496	306.751	1.00				
PP3	DYWIDAG	0.	0.3	1.576	323.148	1.00				
Punto de resultados										
Fórmula / Resultado				Nombre	Valor	Valor				
$\sigma(PP3(0.,0.3))$				σ_{27}	323.147	N/mm²				
$\Delta\sigma(PP1(0.,0.3))$				$\Delta\sigma_{27}$	9.947	N/mm²				
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T										
						Escala 1 :28.2				
		Deformaciones [%]		Tensiones [N/mm²]						
										
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T										
Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.										
No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones	
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]		
1									Inactiva	
2									Activa	
3	AP5		0	0	-					
4									Activa	
5	AP5		0	0	-					
6									Activa	
7	AP5		0	0	-					
8									Activa	
9	AP5		0	0	-					
10	AP5		0	763.1	-					
11	AP6		0	0	-					
1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3 2 : Activa: PP2 4 : Activa: PP1 6 : Activa: PP4 8 : Activa: PP3 - : Cálculo a flexión simple según eje y !!										
						Nr.:				

\\192.168.55.6\se9887\3-WIPR\3-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\IACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG

\\192.168.55.6\se9887\3-WIPR\3-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

															Página 9	
															03.11.24, 19:15	
Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021																
ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Factores de la resistencia						Otros valores		
	c	s	p	M	ε _{c2} [%]	ε _{cu3} [%]	ε _{ud} [%]	σ _s [N/mm²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=∞
θ : Inclinación de las bielas de compresión φ : Coef. de fluencia P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'																
Deformaciones y tensiones extremas después 11 incrementos																
Nombre		Clase			y _d [m]		Z _d [m]	ε [%]		σ _d [N/mm²]		γ [-]				
R		HA25			0.38		1.7	-0.088		-2.402		1.00				
R		HA25			-0.38		0.	-0.014		-0.387		1.00				
PP2		DYWIDAG			0.		0.85	1.347		276.045		1.00				
PP3		DYWIDAG			0.		0.3	1.429		293.009		1.00				
Punto de resultados																
Fórmula / Resultado									Nombre		Valor		Valor			
σ (PP3 (0., 0.3))									σ _{PT}		293.008		N/mm²			
Δσ (PP2 (0., 0.85))									Δσ _{PT}		38.819		N/mm²			
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T																
															Escala 1 :28.2	
Deformaciones [%]																
Tensiones [N/mm²]																
																
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T																
Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.																
No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones							
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]								
1									Inactiva							
2									Activa							
3	AP5		0	0	-											
4									Activa							
5	AP5		0	0	-											
6									Activa							
7	AP5		0	0	-											
8									Activa							
9	AP5		0	0	-											
10	AP5		0	763.1	-											
11	AP6		0	0	-											
12	AP6		0	132.4	-											
															Nr.:	

\\192.168.55.6\se9887\3-WIP\13-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

Página 10																																																																													
03.11.24, 19:15																																																																													
1 : Inactiva: PP2,PP1,PP4,PP3 2 : Activa: PP2 4 : Activa: PP1 6 : Activa: PP4 8 : Activa: PP3 - : Cálculo a flexión simple según eje y !! Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ID</th> <th colspan="4">σ-ε-Diagrama</th> <th colspan="3">Límites de deformación</th> <th rowspan="2">σ_s [N/mm²]</th> <th colspan="5">Factores de la resistencia</th> <th colspan="3">Otros valores</th> </tr> <tr> <th>c</th> <th>s</th> <th>p</th> <th>M</th> <th>ε_{c2} [%]</th> <th>ε_{cu3} [%]</th> <th>ε_{ud} [%]</th> <th>α_{cc} [-]</th> <th>γ_c [-]</th> <th>γ_s [-]</th> <th>γ_p [-]</th> <th>γ_M [-]</th> <th>θ [-]</th> <th>φ [-]</th> <th>P(t) [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AP5</td> <td>1/1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-2.</td> <td>-3.5</td> <td>10.</td> <td></td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>45.</td> <td>0.</td> <td>t=0</td> </tr> <tr> <td>AP6</td> <td>1/1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-2.</td> <td>-3.5</td> <td>10.</td> <td></td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>45.</td> <td>0.</td> <td>t=∞</td> </tr> </tbody> </table> θ : Inclinación de las bielas de compresión φ : Coef. de fluencia P(t) : Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'												ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores			c	s	p	M	ε _{c2} [%]	ε _{cu3} [%]	ε _{ud} [%]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]	AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0	AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=∞
ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores																																																															
	c	s	p	M	ε _{c2} [%]	ε _{cu3} [%]	ε _{ud} [%]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]																																																													
AP5	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=0																																																													
AP6	1/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=∞																																																													
Deformaciones y tensiones extremas después 12 incrementos <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Clase</th> <th>Y_q [m]</th> <th>Z_q [m]</th> <th>ε [%]</th> <th>σ_d [N/mm²]</th> <th>γ [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R</td> <td>HA25</td> <td>0.38</td> <td>1.7</td> <td>-0.101</td> <td>-2.765</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>HA25</td> <td>-0.38</td> <td>0.</td> <td>-0.001</td> <td>-0.03</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>PP2</td> <td>DYWIDAG</td> <td>0.</td> <td>0.85</td> <td>1.346</td> <td>276.02</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>PP3</td> <td>DYWIDAG</td> <td>0.</td> <td>0.3</td> <td>1.438</td> <td>294.735</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>												Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]	R	HA25	0.38	1.7	-0.101	-2.765	1.00	R	HA25	-0.38	0.	-0.001	-0.03	1.00	PP2	DYWIDAG	0.	0.85	1.346	276.02	1.00	PP3	DYWIDAG	0.	0.3	1.438	294.735	1.00																															
Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [%]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]																																																																							
R	HA25	0.38	1.7	-0.101	-2.765	1.00																																																																							
R	HA25	-0.38	0.	-0.001	-0.03	1.00																																																																							
PP2	DYWIDAG	0.	0.85	1.346	276.02	1.00																																																																							
PP3	DYWIDAG	0.	0.3	1.438	294.735	1.00																																																																							
Punto de resultados <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Fórmula / Resultado</th> <th>Nombre</th> <th>Valor</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>σ (PP3 (0., 0.3))</td> <td>σ_{PT}</td> <td>294.735</td> <td>N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Δσ (PP2 (0., 0.85))</td> <td>Δσ_{PT}</td> <td>38.844</td> <td>N/mm²</td> </tr> </tbody> </table>												Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor	σ (PP3 (0., 0.3))	σ _{PT}	294.735	N/mm ²	Δσ (PP2 (0., 0.85))	Δσ _{PT}	38.844	N/mm ²																																																						
Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor																																																																										
σ (PP3 (0., 0.3))	σ _{PT}	294.735	N/mm ²																																																																										
Δσ (PP2 (0., 0.85))	Δσ _{PT}	38.844	N/mm ²																																																																										
Verif. estado de tens. Sección (Viga): ENC-P4-T Escala 1:28.2 Deformaciones [%]  Tensiones [N/mm²]  																																																																													
Nr.:																																																																													

\\192.168.55.6\se9887\3-WIP\3-2-PC\3-1-1-NOGR\ACTIVIDADES\ACT-01-ESTRUCTURAS\03-ENCEPADO\04-FAGUS-9\SE9887-Secciones-Encepado-D01.FG9

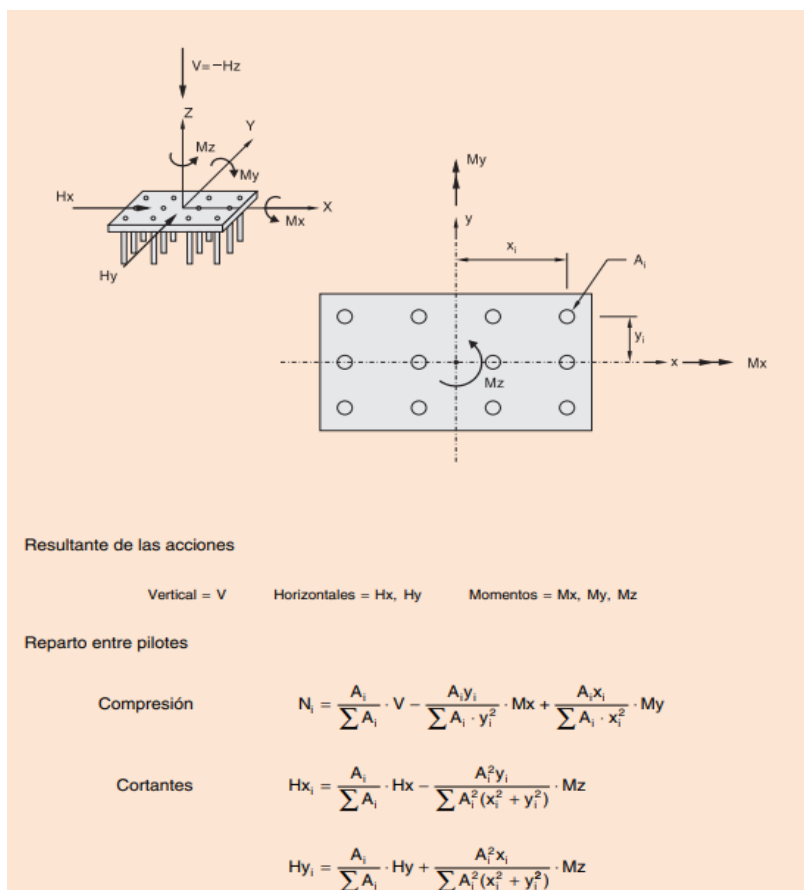
3.2.5. Micropilotes

Partiendo de la consideración de encepado rígido, por tener un vuelo (v) inferior al doble del canto ($2h$), tanto en encepado 1 ($h = 2,50\text{m}$) como en encepado 4 ($h = 1,70\text{m}$),

$$V_{max} \leq 2h$$

$$1,05 \leq 2 \cdot 1,70 \rightarrow \text{Encepado Rígido}$$

se calculan las reacciones en los micropilotes, teniendo en cuenta la disposición y número (40) definida en planos:



Reacciones max. Micropilotes	Comb.	N [kN]	Q [kN]
ELU	Max. Fz	618,80	0,23
	Max. Fx	667,10	44.86
	Max. My	600,31	5,87
	Max. Fy/Mx	606,00	2,18

*No se dan tracciones en ningún micropilote

Longitud de empotramiento de los micropilotes (comprobación de hundimiento):

Resistencia por fuste de la roca: $q_f = 0,15\text{MPa}$

Axil máximo de compresión: 667,10 kN

$$2\pi r \cdot q_f \cdot L_{emp} \geq 667,10 \text{ kN}$$

$$L_{emp} \geq 6.29\text{m}$$

Se fija una longitud de empotramiento para todos los micropilotes de 6,50m.

Se calcula, mediante el empleo de hojas de cálculo desarrolladas por TYPESA, la capacidad resistente de los micropilotes de 225mm de diámetro armados con armaduras tubulares Ø139x9mm.

CÁLCULO DE MICROPILOTES			
Micropilote Ø225 con armadura tub. 139x9mm			
 TYPESA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS			
MATERIALES Y PRODUCTOS			
ARMADURAS TUBULARES	N80		
$\gamma_a =$	1.10	$f_{yd} =$	510.9 MPa
BARRAS CORRUGADAS DE ACERO	B-500-S		
$\gamma_s =$	1.15	$f_{sd} =$	400 MPa
LECHADA DE CEMENTO	$f_{ck} = 35$	Mpa	
$\gamma_c =$	1.50	$f_{cd} =$	23.33 MPa
REDUCCIÓN DE ESPESOR			
VIDA ÚTIL REQUERIDA AL PILOTE	100	años	
TIPO DE TERRENO	Agua marina a temperatura ambiental en la zona de sumer		
Reducción del espesor:	3.5 mm.		
GEOMETRÍA DEL MICROPILOTE			
Diámetro del micropilote (mm)=	225		
Diámetro de la camisa (mm)=	139		
Espesor de la camisa (mm)=	8		
Diámetro de la armadura interior (mm)=	0		
ESFUERZOS DE DISEÑO			
Axil (compresión)=	66.7 ton		
Axil (tracción)=	0.0 ton		
Momento flector=	0.0 t*m		
Cortante=	4.5 t		
FALLO ESTRUCTURAL			
RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL MICROPILOTE A COMPRESIÓN			
TIPO DE UNIÓN	De rosca machihembrada con sección ensanchada		
$F_{u,c} =$	1		
TIPO DE TERRENO Y PERFORACIÓN	Cualquier terreno perforado con revestimiento recuperable		
$F_e =$	1.05		
TIPO DE COACCIÓN LATERAL	Arcillas y limos blandos con 15 kPa < su < 25 kPa		
$C_R =$	12-8		
C_R adoptado=	12.00		
$R =$	0.75		
$N_{c,Rd} =$	97.115 ton	Micropilote adecuado	
RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL MICROPILOTE A TRACCIÓN			
$N_{t,Rd} =$	82.045 ton	Micropilote adecuado	

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL MICROPILOTE A FLEXIÓN

$F_{u,f}$: Coeficiente de minoración del módulo resistente de la armadura tubular en función del tipo de unión. Si no existen ensayos, se tomará 0.5

$F_{u,f}$	1.00
$M_{c,Rd}$	2.529 t*m

Micropilote adecuado

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL MICROPILOTE A CORTANTE

$V_{pl,Rd}$	33.171 ton
-------------	------------

Micropilote adecuado

RESISTENCIA ESTRUCTURAL FRENTE A ESFUERZOS COMBINADOS: FLEXIÓN Y CORTANTE

Cortante de cálculo V_{ed} = 4.5 ton

Resistencia de cálculo de la sección a flexión, teniendo en cuenta el esfuerzo cortante

$M_{v,Rd}$	2.529 ton
------------	-----------

Micropilote adecuado

CABEZA DE MICROPILOTE A COMPRESIÓN

Elemento: Micropilote

Proyecto: SE9887 - Puente Irún - Placa de anclaje micropilote

Fecha: 02/05/2024

Plantilla base:



INTRODUCCIÓN DE DATOS

Lechada/mortero:

f_{ck}	35 MPa
γ_c	1.5
f_{cd}	23.33 MPa

Sección Micropilote:

$\varnothing$ perf. micro.	200 mm
$\varnothing$ arm. tub.	139 mm
e arm. tub.	9 mm
$A_{arm. tub.}$	15175 mm ²
$A_{arm. tub.}$	0.0152 m ²

Esfuerzo compresión:

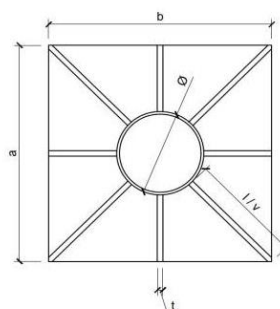
N_{max}	667 kN
-----------	--------

Acero de chapa:

f_y	275 MPa
γ_s	1.05
f_{yd}	261.90 MPa

Sección placa:

b	350 mm
a	350 mm
l	178 mm
e	20 mm



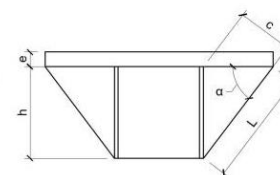
Sección rigidizadores:

Tipo 1:

l	178 mm
h	100 mm
L	204 mm
α	0.51 Rad
c	87 mm
n	4
t	15 mm
v	178 mm

Tipo 2:

l	105.5 mm
h	100 mm
L	145 mm
α	0.76 Rad
c	73 mm
n	2
t	15 mm
v	105.5 mm



RESUMEN DE RESULTADOS

Comprobación nudo sin placa:

σ	43.95 N/mm ²	$\sigma < \sigma_{max}$ NO VÁLIDO
σ_{max}	16.33 N/mm ²	

Comprobación del nudo con placa y dimensionamiento espesor:

σ_{placa}	5.44 N/mm ²	e_{chapa}	36.29 mm
------------------	------------------------	-------------	----------

Comprobación de la resistencia de la placa con rigidizador:

$M \leq M_{pl}$	NO VÁLIDO	M_{max}	833.75 kNm	M_{plmax}	261.90 kNm
-----------------	-----------	-----------	------------	-------------	------------

PROCESO DE CÁLCULO

Elementos que no requieren refuerzo de chapa:

$$\sigma = \frac{43954.80 \text{ kN/m}^2}{16.33} = 43.95 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 16.33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma < \sigma_{\max} \quad \text{NO VÁLIDO}$$

Elementos que requieren refuerzo de chapa:

$$\sigma = \frac{5444.90 \text{ kN/m}^2}{16.33} = 5.44 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 16.33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma < \sigma_{\max} \quad \text{OK}$$

$$M \leq M_{pl} \quad M = \frac{(\sigma \cdot B) \cdot L^2}{2} \quad M_{pl} = f_y \cdot \frac{B \cdot e^2}{4}$$

$$e_{\text{chapa}} = 36.29 \text{ mm}$$

Comprobación de la resistencia del rigidizador:

Abolladura:

Tipo 1:

$$N_{\text{rigidizador}} = 111.17 \text{ kN} \quad N_{\text{rigidizador}} < V_{Rd2} \quad \text{OK}$$

$$d = 89 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = 7838262.4 \text{ Nmm}$$

$$\lambda = 0.169 \quad \text{Esbeltez adimensional del rigidizador}$$

$$CE = 2.12 \quad \text{Coeficiente de escuadra}$$

$$V_{Rd2} = 186.97 \text{ kN}$$

Tipo 1:

$$N_{\text{rigidizador}} = 111.17 \text{ kN} \quad N_{\text{rigidizador}} < V_{Rd2} \quad \text{OK}$$

$$d = 53 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = 5432056.1 \text{ Nmm}$$

$$\lambda = 0.141 \quad \text{Esbeltez adimensional del rigidizador}$$

$$CE = 2.15 \quad \text{Coeficiente de escuadra}$$

$$V_{Rd2} = 221.60 \text{ kN}$$

Soldadura del rigidizador:

Tipo 1:

$$a_1 = 5 \text{ mm}$$

$$a_2 = 5 \text{ mm}$$

$$a_3 = 5 \text{ mm}$$

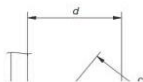
$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0.90$$

$$V_{M2} = 1.25$$

$$L = 204 \text{ mm}$$

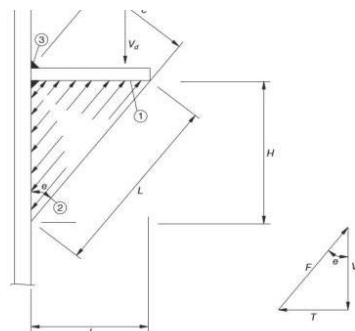
$$\theta = 60.67^\circ$$



$$\begin{aligned} V_{Rd,w1} &= 228.57 \text{ kN} \\ V_{Rd,w2} &= 142.55 \text{ kN} \\ V_{Rd,w3} &= 353.27 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tipo 2:

$$\begin{aligned} a_1 &= 5 \text{ mm} \\ a_2 &= 5 \text{ mm} \\ a_3 &= 5 \text{ mm} \\ f_u &= 490 \text{ MPa} \\ \beta_w &= 0.90 \\ \gamma_{M2} &= 1.25 \\ L &= 145 \text{ mm} \\ \theta &= 46.53^\circ \\ V_{Rd,w1} &= 198.87 \text{ kN} \\ V_{Rd,w2} &= 190.53 \text{ kN} \\ V_{Rd,w3} &= 424.35 \text{ kN} \end{aligned}$$



Comprobación de la tensión de la placa con rigidizador:

$$\begin{aligned} b &= 10 \text{ Anchura de banda considerado} \\ l &= 350 \text{ Longitud de cálculo considerada} \\ Q &= 5.44 \text{ Carga superficial sobre la chapa del micropilote (N/mm}^2\text{)} \\ q &= 54.45 \text{ Carga lineal en la banda (N/m)} \\ M_{\max} &= 833750 \text{ Momento máximo biarticulada (N*mm)} \\ M_{pl\max} &= 261904.76 \text{ Momento plástico máximo de la sección (N*mm)} \end{aligned}$$

4. RECINTO DE TABLESTACAS

4.1. BASES DE CÁLCULO

4.1.1. Ambiente

Dado que es una estructura temporal que no se prevé utilizar durante más de un año, no se tiene en cuenta el ambiente ni protecciones especiales para aumentar su durabilidad.

4.1.2. Materiales

- Acero en tablestacas: S270 GP
- Acero en perfiles laminados en caliente (puntales): S275 JR
- Vida útil: La vida útil considerada es de 2 años

4.1.3. Coeficientes parciales de seguridad para los materiales

	Acero estructural
Resistencia de secciones transversales	1,05
Uniones	1,25

4.1.4. Nivel de control de la ejecución

Se ha considerado un nivel de control intenso

4.1.5. Coeficientes de mayoración de acciones

TIPO DE ACCIÓN		E.L.U.				E.L.S.	
		SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES		SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		1,0	1,35	1,0	1,0	1,0	1,0
Permanente valor no constante	Pretensado	1,0	1,00	1,0	1,0	0,9	1,1
	Reológicas	1,0	1,35	1,0	1,0	1,0	1,0
	Terreno	1,0	1,50	1,0	1,0	1,0	1,0
Variable		0,0	1,50	0,0	1,0	0,0	1,0
Accidental		-	-	1,0	1,0	-	-

4.1.6. Combinación de acciones

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.

Estados límite 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
- $G_{k,i}^*$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$ valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante

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

■ Situaciones accidentales

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

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_G G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} G_{k,i}^* + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i} + \gamma_A A_k$$

donde:

- $G_{k,j}$ valor representativo de cada acción permanente
- $G_{k,i}^*$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante
- $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ valor representativo (valor frecuente) de la acción variable dominante
- $\psi_{2,i} Q_{k,i}$ valores representativos (valores casi-permanentes) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental
- A_k valor representativo (valor característico) de la acción accidental

Estados límite de servicio

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

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

- - Combinación característica (poco probable o rara):

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

- - Combinación frecuente:

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

- - Combinación cuasi-permanente:

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

4.1.7. Acciones consideradas

Acciones permanentes (G)

- Peso propio de los elementos estructurales:
 - Acero estructural: 78,50 kN/m³.
- Empuje del terreno. Se consideran, según lo recogido en el anejo de geotecnia, los siguientes parámetros del terreno para la obtención de empujes:

Nivel Geotécnico. Material	Densidad Aparente (kN/m ³)	C' (kPa)	Ø' (°)	RCS (MPa)	K _H (kN/m ³)
Nivel 1. Rellenos Antrópicos	18	10	30	-	-
Nivel 2a. Cuaternario. Suelos Aluviales Granular	19	5	32	-	6000
Nivel 2b. Cuaternario. Suelos Aluviales Finos	19	10	25	-	4000
3. Triásico. Sustrato Rocoso Alternancia de Margas y Calizas arenosas	27			25	-

Acciones variables (Q)

- Empuje hidrostático: Se considera un empuje del agua de 10kN/m³. No se considera un empuje adicional causado por oleaje, ya sea marino o de embarcaciones, ni por la corriente del río, ya que la zona de actuación se encuentra en una parte de la ría protegida de estos agentes.

4.2. MODELO DE CÁLCULO

Para el cálculo del recinto de tablestacas, se han empleado dos modelos relacionados. Para el recinto de tablestacas se ha empleado el programa RIDO, obteniendo las deformaciones de la pantalla, su estabilidad, y los esfuerzos en la misma para la comprobación de la sección. Por otra parte, la estructura de puntales se ha calculado en SAP2000, empleando las reacciones obtenidas del modelo de RIDO.

Los perfiles de tablestacas se unen entre ellos mediante juntas machihembradas. Estas se consideran rótulas a efectos de cálculo de este anejo, por lo que el esfuerzo de compensación entre caras del recinto contiguas ha de ser resistido por el sistema de puntales únicamente.

4.2.1. Cálculo de tablestacas

4.2.1.1. Modelo de RIDO

Se realiza un modelo de cálculo de RIDO obteniendo las deformaciones y esfuerzos máximos. Se analizan las siguientes situaciones:

- Nivel de agua a cota máxima de 1,80m. Es la situación normal de la obra, pues la máxima pleamar se alcanza en días contados. Se calcula en Estado Límite Último para resistencias de las estructuras y se limita la deformación a 25mm en cabeza de pantalla. Esta altura solamente es superada un 20% de los días del año.
- Nivel de agua a cota de máxima pleamar viva equinoccial. Se calcula como Estado Límite Último frente a esfuerzos, de la misma forma que el anterior, pero la limitación de deformación se fija en 50mm para esta situación extrema.

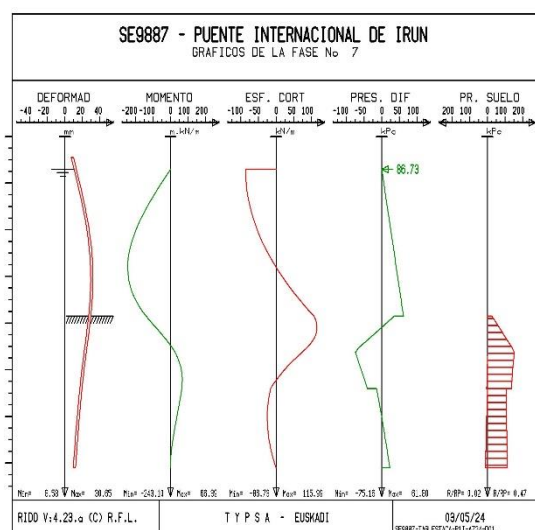
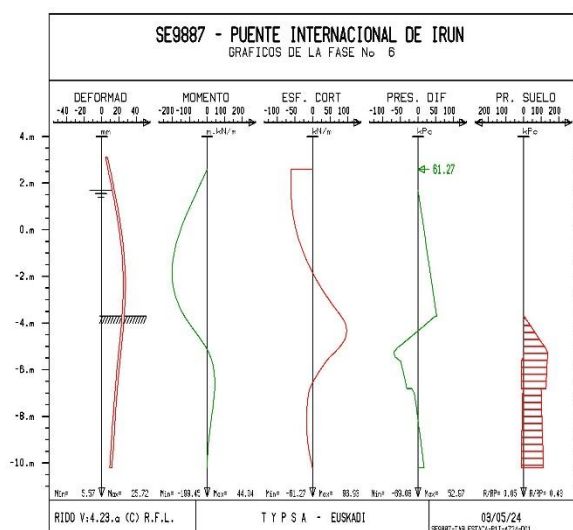
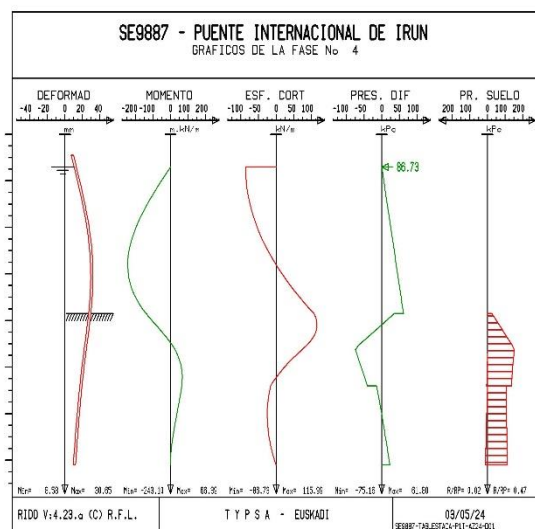
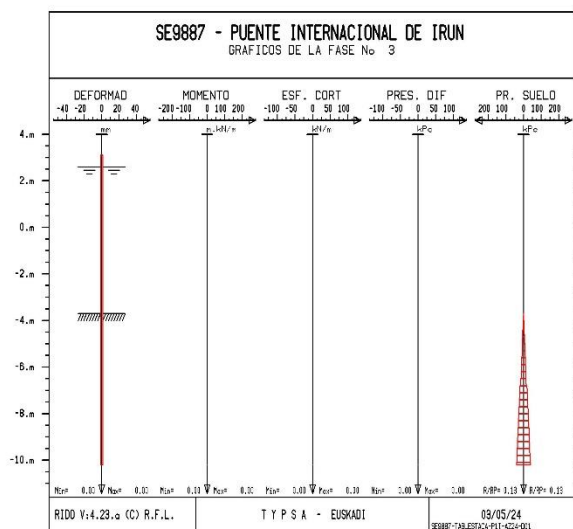
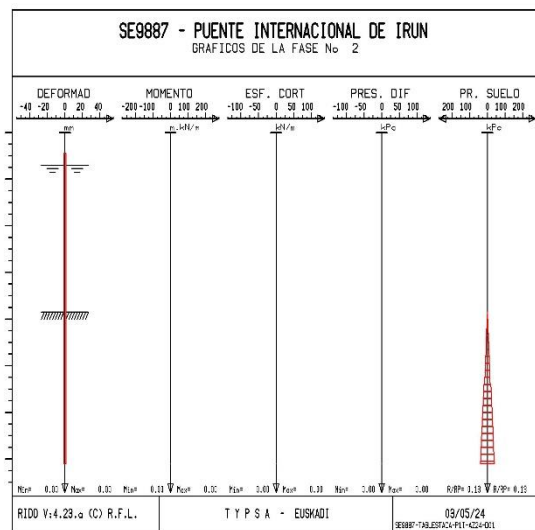
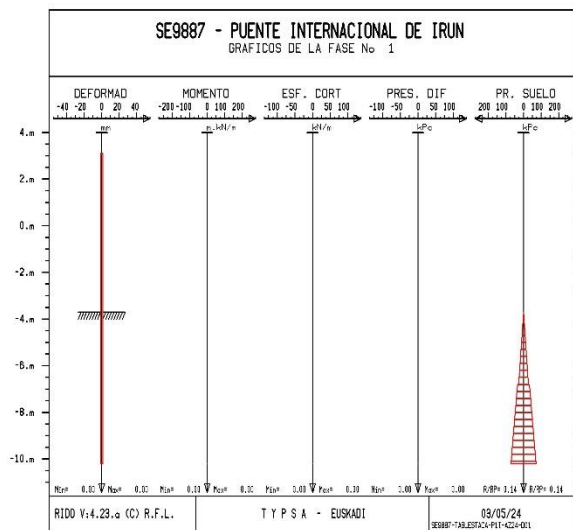
En el modelo de cálculo, se considera la rigidez de la estructura de puntales y se obtiene la reacción que se empleará posteriormente para el dimensionamiento de dichos puntales.

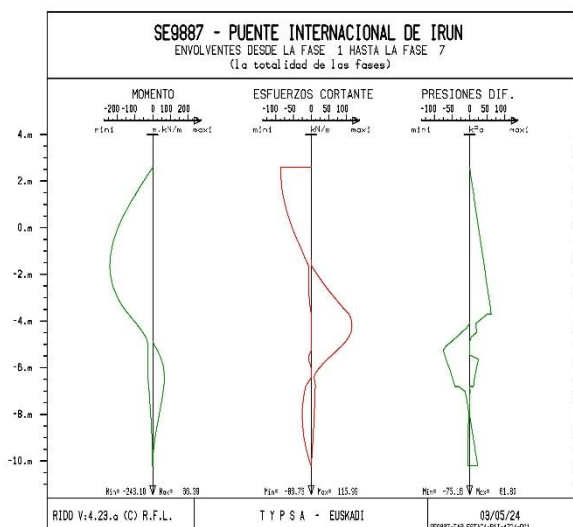
SE9887-TABLESTACA-PII-AZ24-D01.RIO

```

SE9887 - PUENTE INTERNACIONAL DE IRUN
* CALCULO TABLESTACA ENTRE ESTRIBO 1 Y PILA 1
* Datos Terreno
#_CotaSupPant==+3.10
#_CotaInfPant==--10.20
#_Pleamar==+2.60
#_Bajamar==--2.40
#_CotaSupArenas==--3.70
#_CotaSupArcillas==--6.8
#_CotaSupRoca==_CotaInfPant
#_CotaIntrados==--2.80
#_CotaPuntall==2.6
*Datos pantalla, cabeza, pie, inercia...
:Inercia AZ 24-700 en cm4/m
#_Iy==55820
:Modulo Young en MPa (N/mm2)
#_Eacero==210000
:Producto EI en kPa (kN/m2)
#_Eitablestacas==_Iy*1E-8*_Eacero*1000
* CABEZA DE LA PANTALLA
:_CotaSupPant
:_CotaInfPant _Eitablestacas
* NIVEL INICIAL DEL SUELO
:_CotaSupArenas
* DEFINICION DEL TERRENO
*ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARENOSOS
:_CotaSupArcillas 19 11 0 0 0 5 32 0.33 0.33 6000 0
*ARCILLAS
:_CotaSupRoca 19 10 0 0 0 10 25 0.33 0.33 4000 0
*ROCA. CALIZAS
-1000 25 25 0 0 0 20 40 0.33 0.33 200000 0
* COTA DEL NIVEL FREATICO Y LONGITUD PARA EL CALCULO
-100 0.30
CAL(2)
*ESTADO INICIAL PLEAMAR
:EAU(2) (_Pleamar-(_Pleamar-_Bajamar)*0.3)
EAU(1) _Pleamar
EAU(2) _Pleamar
CAL(2)
:RELLENO INTERIOR
:REM(2) _CotaIntrados
:_CotaSupArenas 20 12 0 0 0 5 30 0.33 0.33 6000 0
:CAL(2)
*PUNTAL
:Area perfil HEB400 (cm2)
#_Ap==197.80/40
#_Lp==14.10
#_Rp==(_Ap*100)*(_Eacero/1000)/_Lp
BUT(1,-1) _CotaPuntall 1 0 0 _Rp _Lp
CAL(2)
*VACIADO AGUA INTERIOR
EAU(2) -100
CAL(2)
*BAJAMAR
EAU(1) _Bajamar
CAL(2)
*PLEAMAR 90%
EAU(1) 1.7
CAL(2)
*PLEAMAR
EAU(1) _Pleamar
CAL(2)
FIN
BIL
EVP
STOP

```



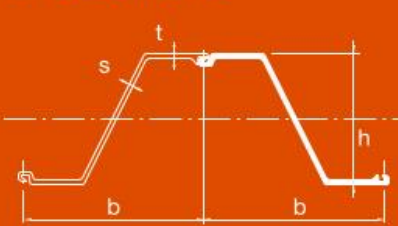


Resumen de esfuerzos obtenidos del modelo de RIDO:

Esfuerzos en tablestacas	Comb.	My [kNm]	V [kN]	Reacción puntales [kN/m]	Deformación Situación 1 [mm]	Deformación Situación 2 [mm]
ELS	Máxima Pleamar.	243,10	116	86,73	25,72	30,65
ELU	Máxima Pleamar.	364,65	174	130.10	- -	- -

4.2.1.2. Comprobación tablestacas

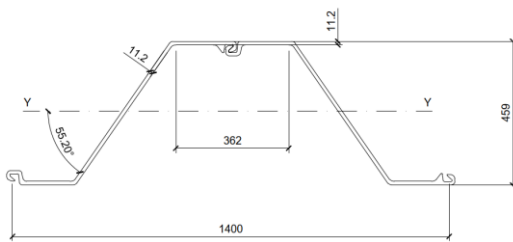
Z-Sections



The essential characteristics of Z-sections include the continuous form of the web and the location of the interlock symmetrically on each side of the neutral axis. Both aspects create a positive influence on the section modulus. The AZ® series, a section with extraordinary characteristics and the proven qualities of the Larssen interlock, has the following advantages:

- extremely competitive section-modulus-to-mass ratio;
- increased inertia for reduced deflection;
- large width, resulting in competitive installation performance;
- good corrosion resistance, the steel being thickest at the critical corrosion points.

Section	Width	Height	Thickness	Sectional area	Mass	Moment of inertia	Elastic section modulus	Static moment	Plastic section modulus	Class ¹⁾		
	b mm	h mm	t mm	s mm	cm ² /m	single pile kg/m	wall kg/m ²	cm ⁴ /m	cm ³ /m	cm ³ /m		
AZ®-800												
AZ 24-700	700	459	11.2	11.2	174	95.7	137	55820	2430	1435	2867	2 2 2 2 2 2 3



Momento flector:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2867 \text{ cm}^3 * 270 \text{ N/mm}^2}{1.05} = 737,23 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{364,65}{737,23} \leq 1,0 \rightarrow OK$$

Cortante

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = \frac{11872 \text{ mm}^2 \left(\frac{270 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} \right)}{1.05} = 1762,55 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{174}{1762,5} \leq 1,0 \rightarrow OK$$

Combinación flexión y cortante

El cortante es inferior al 50% de la resistencia a cortante plástica, por lo que no es necesario tener en consideración la interacción entre el cortante y el flector.

4.2.2.Cálculo de puntales

Se realiza un modelo de SAP2000 con la disposición de puntales definida en planos. Esta composición entre viga de atado y puntales se calcula frente a los empujes del recinto de tablestacas obtenidos del modelo de RIDO.

Adicionalmente, y aunque la descompensación será mínima ya que el empuje hidrostático será igual en todas las caras del recinto, se considera debido a la irregularidad del terreno, un desequilibrio de un 15% en el empuje sobre el recinto de puntales.

Empuje simétrico:

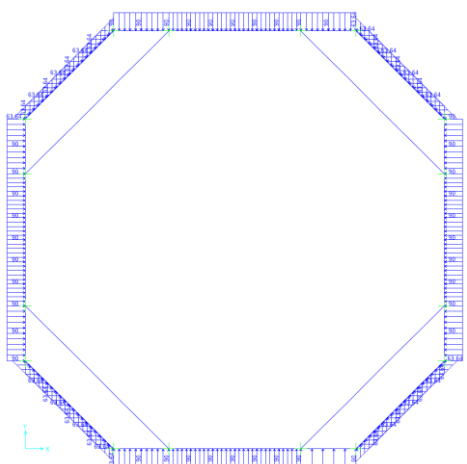


Figura 20. Carga repartida [kN/m]

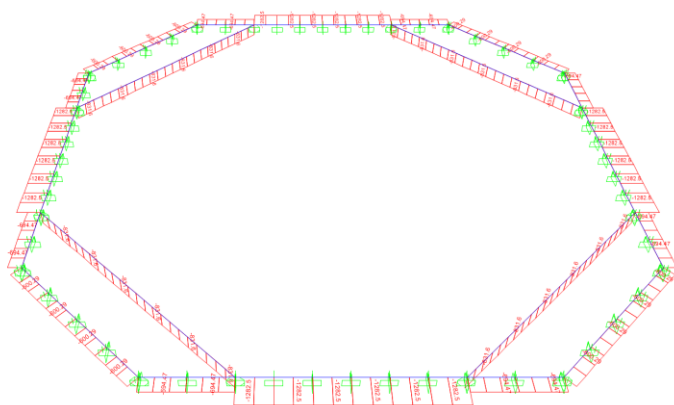


Figura 21. Axil de cálculo [kN]

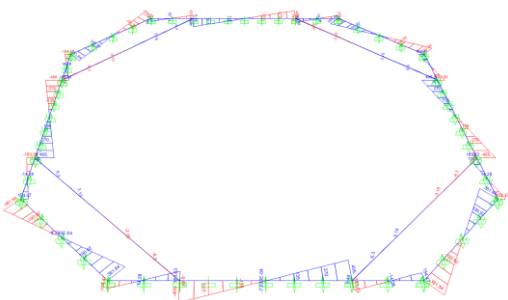


Figura 22. Cortante de cálculo [kN]

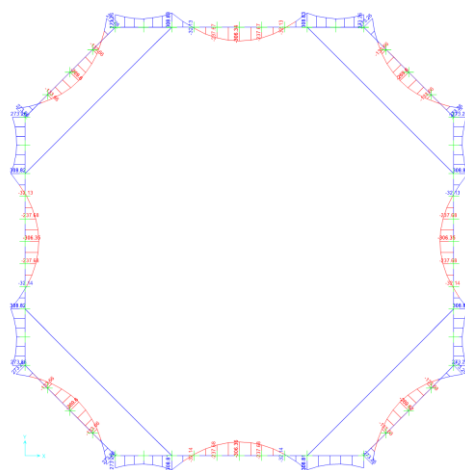


Figura 23. Momento de cálculo [kNm]

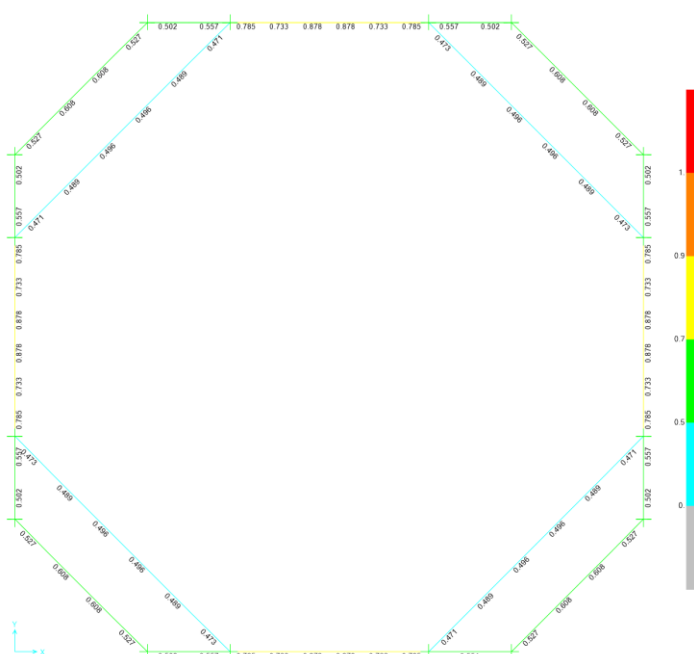


Figura 24. Aprovechamiento de las secciones

Empuje con 15% de disequilibrio

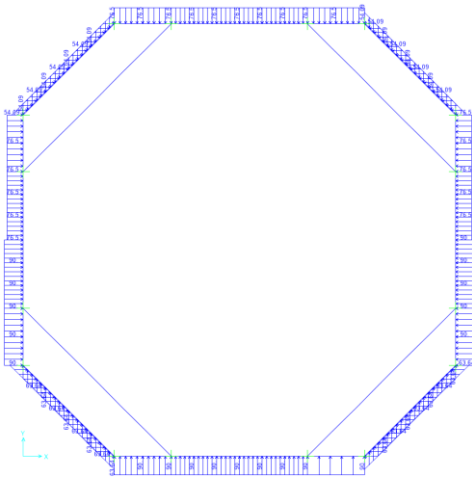


Figura 25. Carga repartida [kN/m]

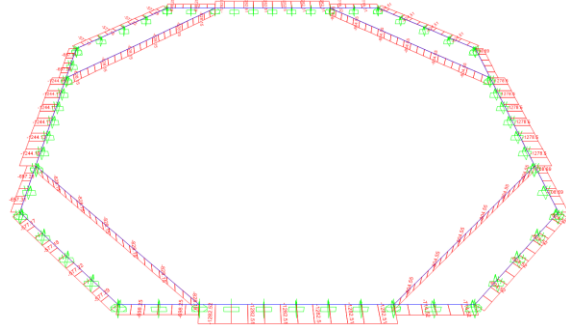


Figura 26. Axil de cálculo [kN]

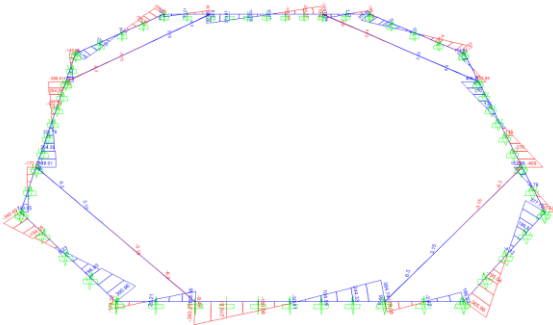


Figura 27. Cortante de cálculo [kN]

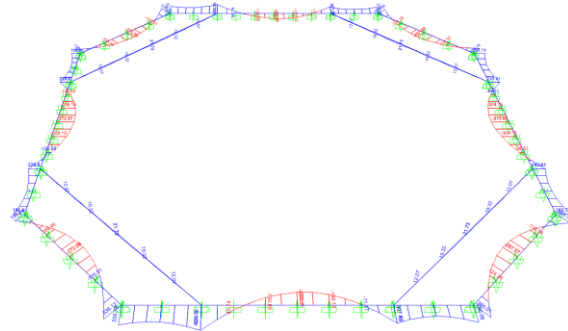


Figura 28. Momento de cálculo [kNm]

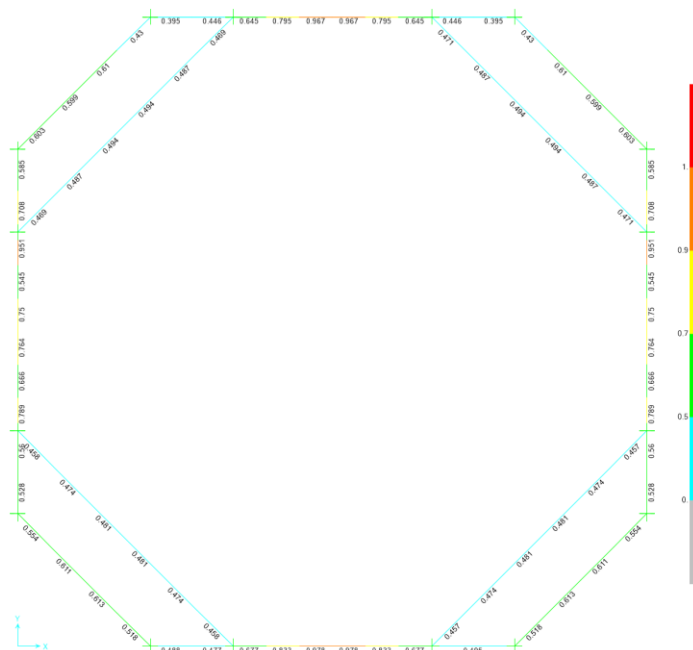


Figura 29. Aprovechamiento de las secciones

5. PUENTE LA AVENIDA

5.1. BASES DE CÁLCULO

Se emplean las mismas consideraciones que en el cálculo del proyecto original de rehabilitación del puente Avenida de Irún, de 2017.

Los coeficientes parciales para la mayoración de acciones utilizados son los de la IAP-11:

	ELU permanente	ELU accidental
Peso propio (γ_G)	1.35	1.00
Carga Muerta (γ_G)	1.35	1.00
Sobrecargas de uso (γ_Q)	1.35	1.00

Coeficientes parciales para la resistencia del acero según EAE:

	ELU permanente	ELU accidental
Resistencia de secciones (γ_{Mo})	1.05	1.00
Resistencia frente a inestabilidad (γ_{Mi})	1.10	1.00

Envolvente ELU:

	Desfavorable	Favorable
Peso propio (γ_G)	1.35	1.00
Carga Muerta (γ_G)	1.35	1.00
Sobrecargas uniforme de uso (γ_Q)	1.35	0.00
Carro 240 kN	1.35	0.00

Envolvente ELU Accidental:

	Desfavorable	Favorable
Peso propio (γ_G)	1.00	1.00
Carga Muerta (γ_G)	1.00	1.00
Carro 450 kN	1.00	0.00

5.2. ACCIONES DE CÁLCULO

5.2.1. Acciones del Proyecto de rehabilitación del puente Avenida de Irún

Según el anejo de cálculo, se consideran las siguientes acciones en el cálculo del puente:

- Peso propio:
 - Hormigón armado: 25 kN/m³
 - Acero estructural: 78,50 kN/m³
- Cargas muertas:
 - Aceras: 4cm de mortero (23 kN/m³) + 4cm de baldosa (20 kN/m³): 1,72 kN/m²
 - Pavimento: 8cm de mezcla bituminosa (23 kN/m³): 1,84 kN/m²
 - Barandillas: 0,60 kN/m
- Cargas Variables:
 - Sobrecarga de uso peatonal: 5kN/m²

- Vehículo de 240kN aplicado en 4 puntuales separadas 2m tanto en sentido transversal como longitudinal. Concomitante con la carga peatonal.

■ Cargas Accidentales:

- Vehículo accidental de 480kN aplicado en 4 puntuales separadas 2m tanto en sentido transversal como longitudinal. No concomitante con las anteriores acciones variables.

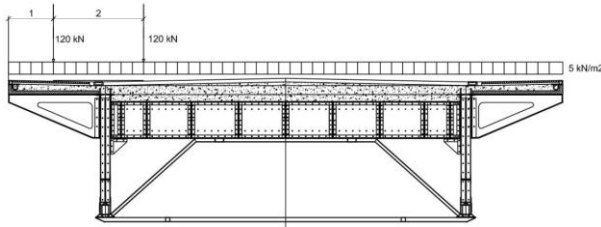


Figura 30. Combinación de cargas 1

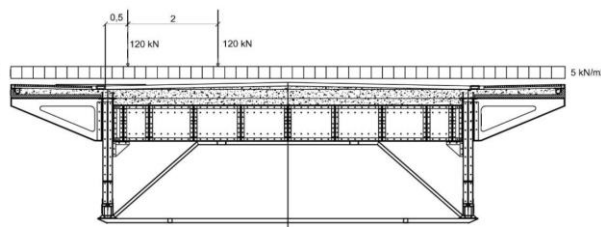


Figura 31. Combinación de cargas 2

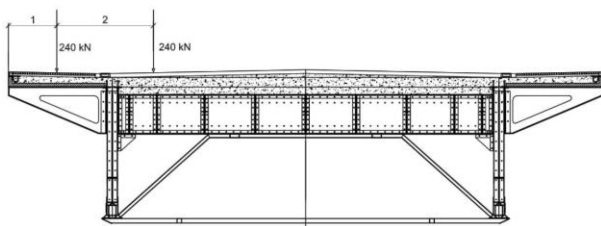


Figura 32. Combinación de cargas accidental 1

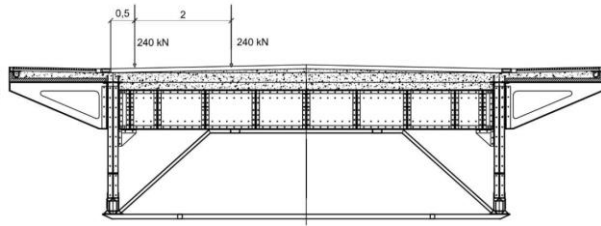


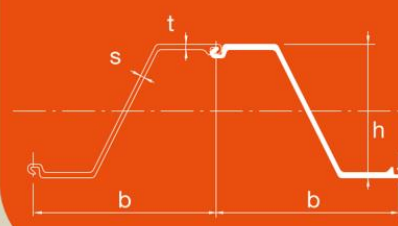
Figura 33. Combinación de cargas accidental 2

5.2.2. Acciones debidas a la ejecución del refuerzo del puente Internacional de Irún

Se calcula la grúa mínima necesaria para la hinca de las tablestacas mediante vibrohincador. La carga a elevar por la grúa es el conjunto de vibrohincador y la tablestaca:

- Tablestaca AZ 24-700: Peso por m de 95,7 kg/m

Perfiles en Z



Las dos características que diferencian los muros de perfiles en Z son la continuidad del alma y la ubicación simétrica, respecto del eje neutro, de las conexiones. Ambos aspectos tienen una influencia positiva en el módulo resistente. La serie AZ® consta de perfiles con características extraordinarias, y junto con las acreditadas ventajas de la conexión Larssen, presenta las siguientes ventajas:

- Una proporción módulo resistente/masa extremadamente competitiva;
- Una mayor inercia, que reduce las deformaciones;
- Gran anchura de los perfiles, lo que contribuye a alcanzar buenos rendimientos durante la instalación;
- Buena resistencia a la corrosión, incrementada al ser el espesor máximo en los puntos críticos.

Perfil	Ancho		Alto		Espesor		Sección transversal (Área)	Masa		Momento de inercia	Módulo resistente elástico	Momento estático	Módulo resistente plástico	Clase ¹⁾							
	b	h	t	s	cm²/m	kg/m		kg/m²	cm⁴/m					cm³/m	cm³/m	S 240 GP	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP
AZ 24-700	700	459	11,2	11,2	174	95,7	137	55820	2430	1435	2867	2	2	2	2	2	2	3			
AZ 26-700	700	460	12,2	12,2	187	102,9	147	59720	2600	1535	3070	2	2	2	2	2	2	2			
AZ 28-700	700	461	13,2	13,2	200	110,0	157	63620	2760	1635	3273	2	2	2	2	2	2	2			

Figura 34. Catálogo de tablestacas

- Martillo Vibrador: Peso total de 3560kg



MARTILLOS VIBRADORES

El momento excéntrico variable de esta serie da como resultado al encendido y detención de martillos libres de resonancia. Esto hace que el martillo PVE VM sea ideal para hincar perfiles en zonas sensibles a la vibración. El momento excéntrico máximo varía desde los 7.5kg-m hasta los 70kg-m.

MARTILLOS VIBRADORES DE ALTA FRECUENCIA CON MOMENTO VARIABLE

		8VM	12VM	16VM	20VM	24VM	28VM
Momento excéntrico	kgm	0 - 7.5	0 - 12	0 - 16	0 - 19	0 - 24	0 - 28
Máx. fuerza centrífuga	kN	0 - 435	0 - 700	0 - 928	0 - 1100	0 - 1400	0 - 1600
Máx. frecuencia	rpm	2300	2300	2300	2300	2300	2300
Máx. amplitud *)	mm	0 - 15.2	0 - 17	0 - 13	0 - 15	0 - 14	0 - 14
Máx. capacidad de tiro	kN	120	250	240	240	400	400
Máx. flujo de aceite	L/min	185	261	375	498	493	590
Peso dinámico *)	kg	985	1450	2460	2550	3500	3900
Peso total*)	kg	1515	2390	3560	3650	5960	5900
L x W x H *)	mm	1530 x 595 x 1514	1559 x 674 x 1589	1849 x 637 x 2008	1849 x 637 x 2008	1967 x 740 x 2445	2333 x 785 x 2427
Unidad de potencia recomendada		200	300	400	500	500	600
Mordaza recomendada para tablestaca	DWK 60TU	DWK 85T	DWK 130T	DWK 150T-L	DWK 200T	DWK 200T	DWK 200T
Mordaza recomendada para perfil tubular		PPK55T	PPK80T	PPK80T	PPK100T	PPK100T	PPK100T
Mordaza recomendada para pilote	PLK 60T40	PLK 120T40	PLK 120T40	PLK 120T40	PLK180T50	PLK180T50	PLK180T50

Figura 35. Catálogo de vibrohincadores

- Peso total, cargando con una tablestaca de 13,50m: **4,85t**
- Distancia del centro del puente de la Avenida al punto más alejado de hincas de tablestacas: 16m

Con estos requerimientos, se verifica que una grúa Liebherr LTM1050-3.1 de tres ejes y 50t de capacidad de elevación es suficiente para mantener esa carga a la distancia mencionada con un contrapeso de 7t equipado.

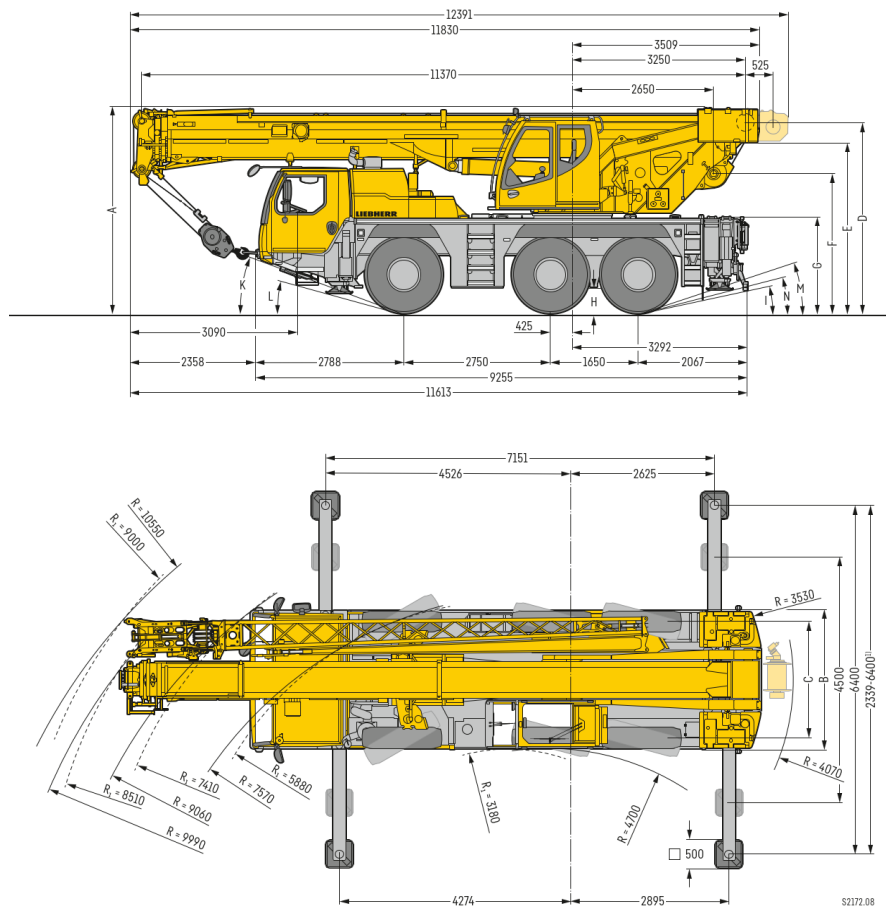


	11,4 m	16,7 m	22 m	27,3 m	32,6 m	35,8 m	38 m	
3	42	24,7	20,2	24,6	19,1	17	15,8	3
4	36,3	26,5	20,2	25,1	18,9	16,6	15,5	4
5	30,1	27,8	20,2	24,2	18,8	16	15,2	5
6	24,8	25,2	20,2	22,7	18,7	15,3	15	6
7	20,6	20,9	20,1	20,6	18,6	14,4	14,4	7
8	16,4	17,2	17,2	17,4	17,4	13,4	13,4	8
9		14,5	14,5	14,6	14,6	12,5	12,5	9
10		12,2	12,2	12,3	12,3	11,6	11,6	10
11		10,5	10,5	10,7	10,7	10,5	10,5	11
12		9	9	9,1	9,1	9,3	9,3	12
14				7,1	7,1	7,2	7,2	14
16				5,6	5,6	5,8	5,8	16
18				4,6	4,6	4,6	4,6	18
20						3,8	3,8	20
22						3,2	3,2	22
24						2,6	2,6	24
26							2,2	26
28							1,9	28
30							1,5	30
32							1,3	32
34								34

** teleskopierbare Lasten - telescopic loads - capacités de levage en télescopage - portées du bras en extension - cargas telescópicas - телескопирование под нагрузкой

1,165,00113,00,001

Figura 36. Catálogo de grúas autopropulsadas LTM1050-3.1. Cargas de elevación



	A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N
		100 mm*												
385/95 R 25 (14.00 R 25)	3785	3685	2550	2160	3508	3121	2548	1710	378	11°	19°	13°	17°	13°
445/95 R 25 (16.00 R 25)	3835	3735	2550	2100	3558	3171	2598	1760	428	12°	21°	15°	19°	14°
525/80 R 25 (20.5 R 25)	3835	3735	2690	2170	3558	3171	2598	1760	428	12°	21°	15°	19°	14°

Figura 37. Catálogo de grúas autopropulsadas LTM1050-3.1. Dimensiones

Estados de carga:

- Grúa en movimiento: Tal y como indica en el catálogo, se consideran 3 ejes de 120kN cada uno.

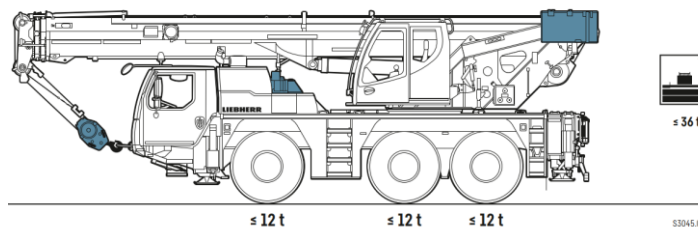


Figura 38. Catálogo de grúas autopropulsadas LTM1050-3.1. Cargas en movimiento

- Grúa en posición de trabajo. Cuatro apoyos (patas) separadas 7,15m longitudinalmente y 6,4m de forma transversal. La carga máxima que puede llegar a recaer sobre una única pata es de 300kN.

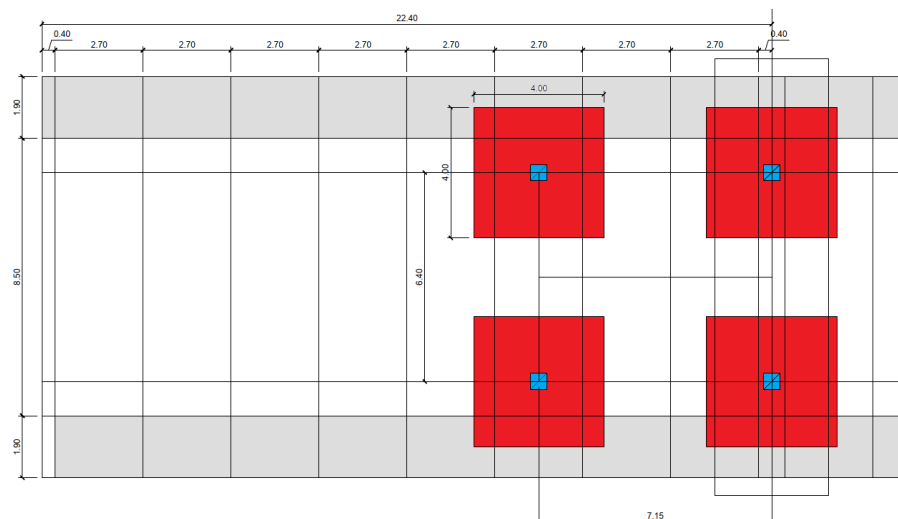


Figura 39. Esquema de cargas de grúa LTM1050-3.1. en posición de trabajo

5.3. COMPARATIVO DE ESTADOS DE CARGA

Se analiza, mediante un modelo sencillo de una barra biapoyada, el comparativo entre estados de carga del proyecto de rehabilitación y la carga de la grúa estimada para la hincia de las tablestacas. Dado que los vanos del puente son independientes, se analiza solamente sobre uno de ellos.

5.3.1. Sentido transversal

Las barras transversales se disponen cada 2,70m, por tanto se hace el análisis tomando este ancho tributario.

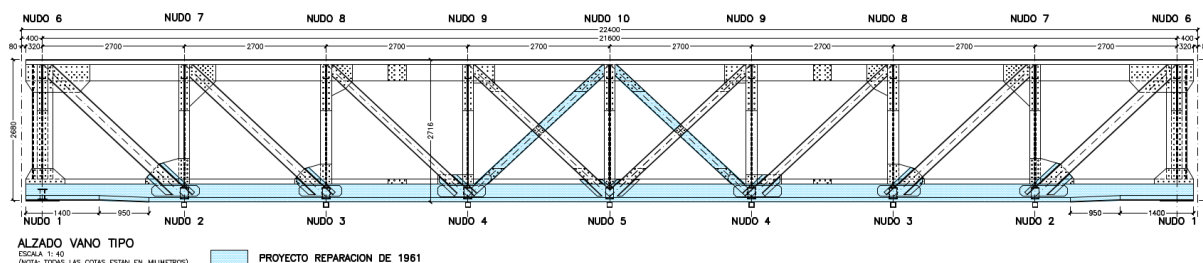
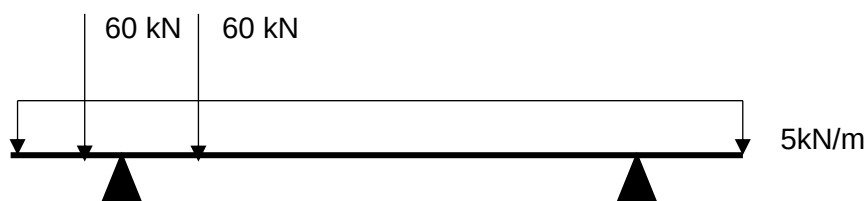
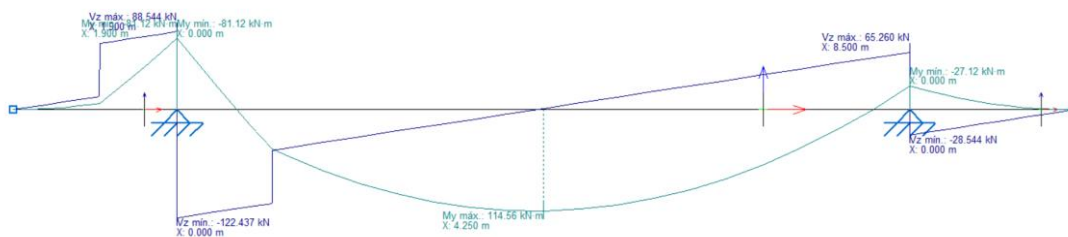


Figura 40. Alzado de un vano del puente Avenida

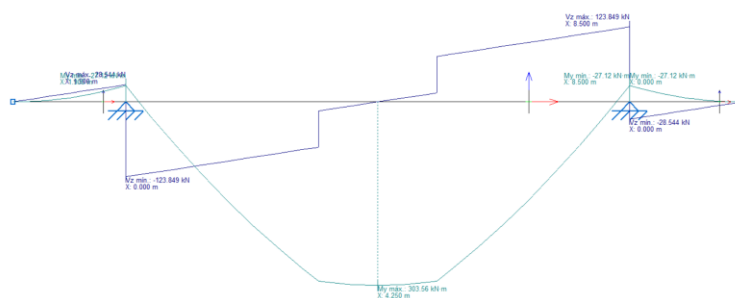
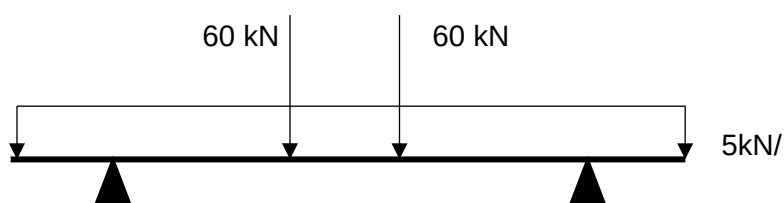
- Estado de proyecto 1: Sobrecarga peatonal y carro sobre celosía





Est. Proyecto 1	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	114.56	-122.437

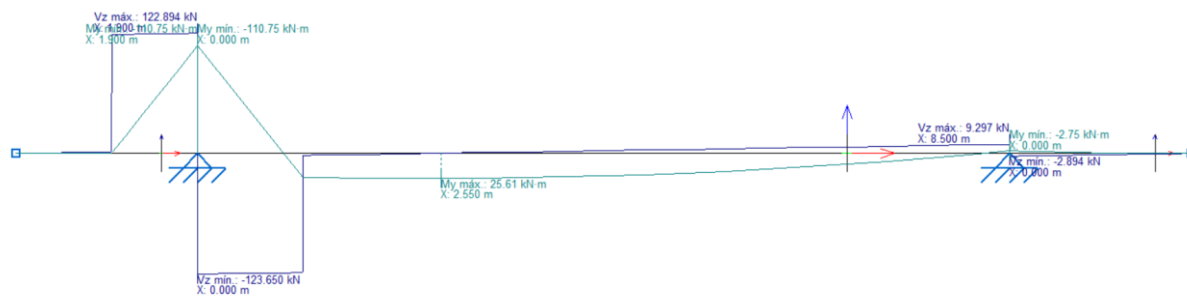
- Estado de proyecto 2: Sobrecarga peatonal y carro centrado



Est. Proyecto 2	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	303.56	123.84

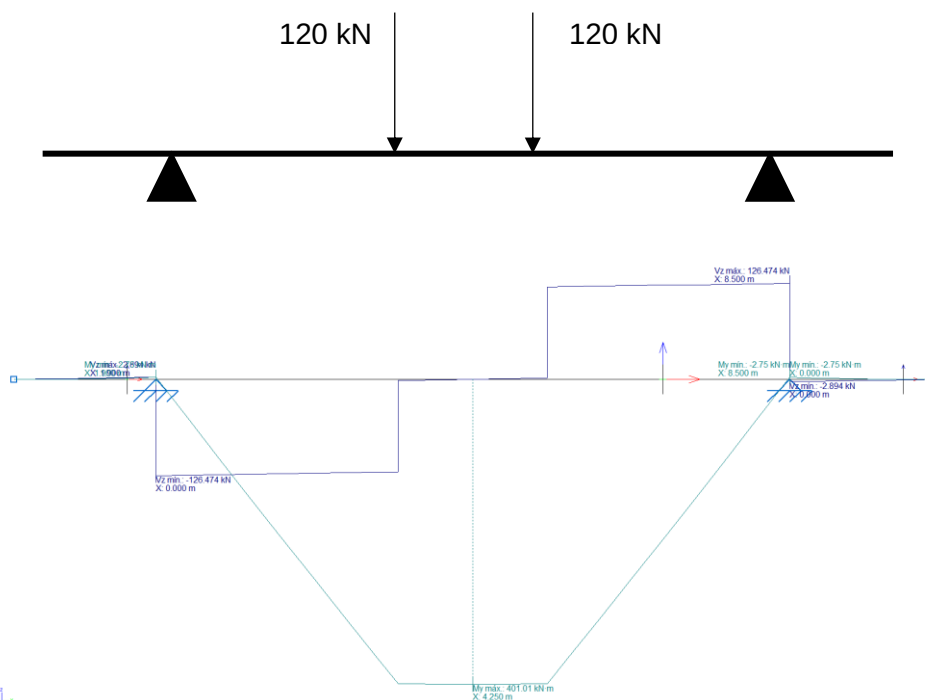
- Estado de proyecto 3: Situación accidental carro pesado sobre celosía





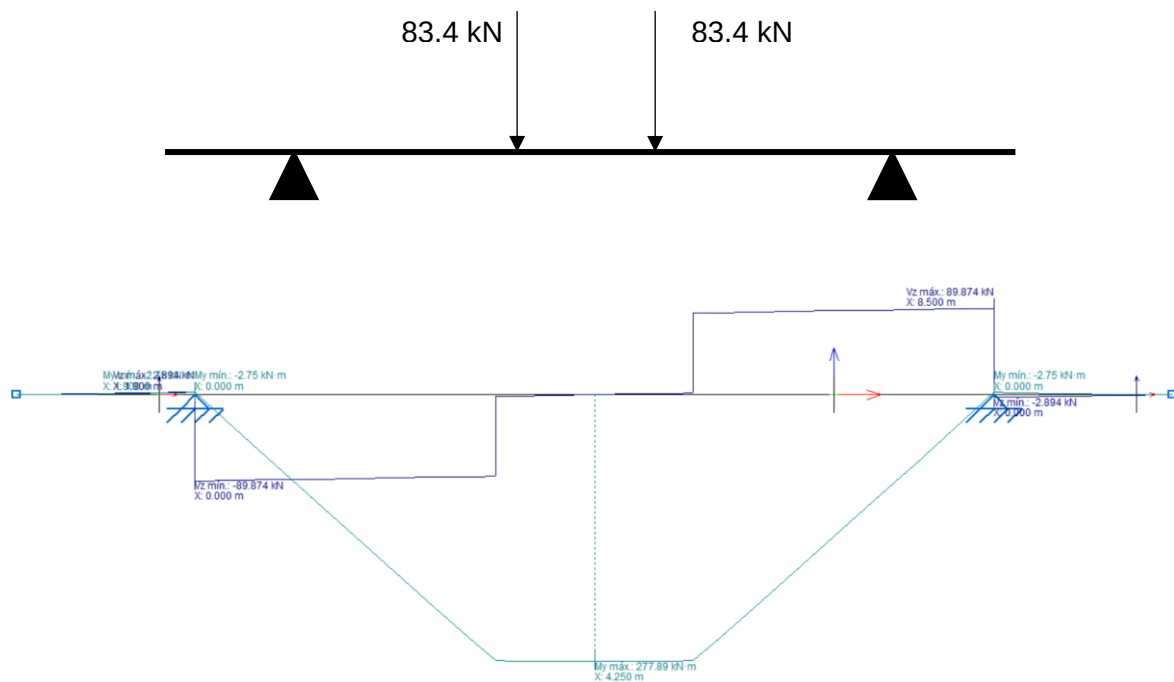
Est. Proyecto 3	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	110.75	-123.650

- Estado de proyecto 4: Situación accidental carro pesado centrado



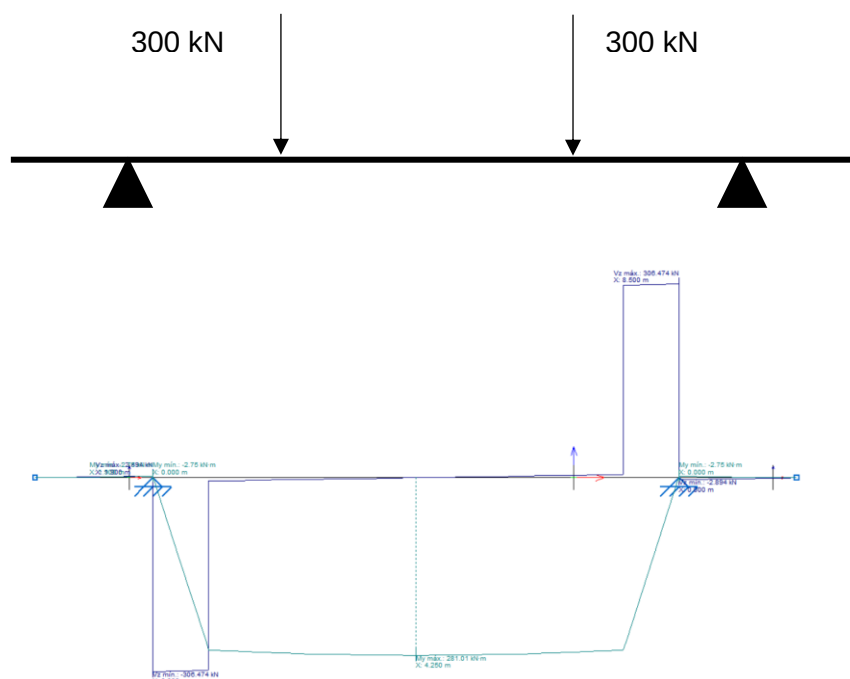
Est. Proyecto 4	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	401.01	126.474

- Estado de grúa tablestacas en movimiento:



Est. Grúa 1	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	277.89	89.874

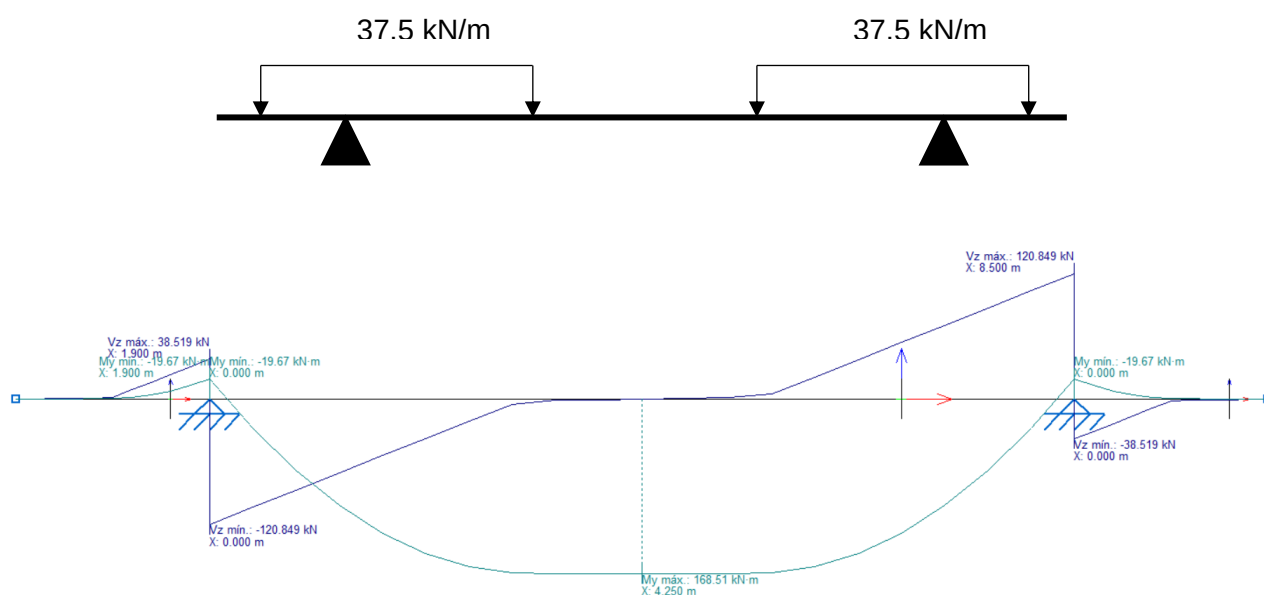
- Estado de grúa tablestacas en posición de trabajo (como puntuales):



Est. Grúa 2	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	281.01	306.474

- Estado de grúa tablestacas en posición de trabajo (con placas de reparto 4x4):

$$\frac{300 \text{ kN}}{4 \text{ m}} = 75 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \rightarrow \frac{75 \text{ kN/m}}{2 \text{ transversales}} = 37,5 \text{ kN/m}$$



Est. Grúa 3	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	168.51	120.849

Tabla resumen:

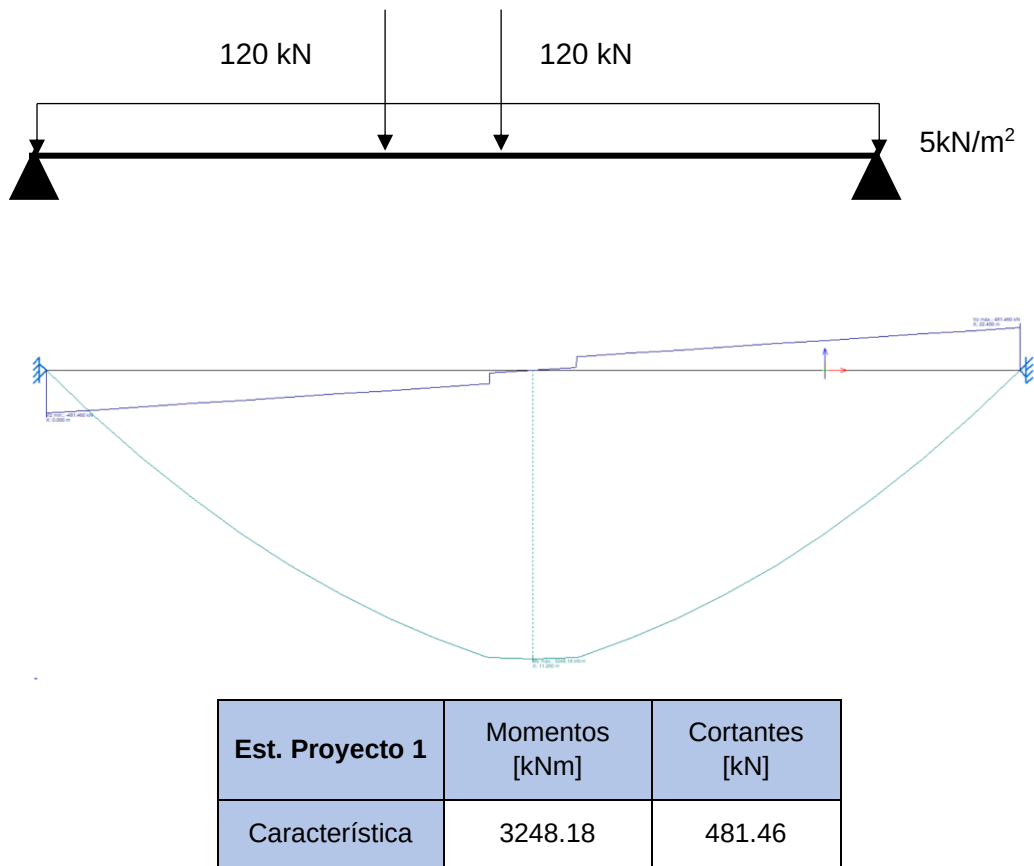
RESUMEN SENTIDO TRANSVERSAL	Caso de Carga	ELS Característica		ELU	
		Momento My [kNm]	Cortante Vz [kN]	Momento My [kNm]	Cortante Vz [kN]
Proyecto	SCU + Vehi. Lateral	114,56	122,44	154,66	165,29
Proyecto	SCU + Vehi. Centrado	303,56	123,84	409,81	167,18
Proyecto	Accidental	110,75	123,65	110,75	123,65
Proyecto	Accidental	401,01	126,47	401,01	126,47
Grúa tablestacas	Grúa movimiento	277,89	89,87	375,15	121,33
Grúa tablestacas	Grúa trabajo puntuales	281,01	306,47	379,36	413,74
Grúa tablestacas	Grúa trabajo planchas 4x4	168,51	120,85	227,49	163,15

En el sentido transversal, se puede comprobar que la grúa puede posicionarse sobre el puente, tanto en posición de movimiento como de trabajo si se emplean planchas de 4x4m. No así con las patas directamente apoyadas sobre el puente, donde se supera el cortante de diseño del proyecto de rehabilitación. El estado de carga provocado por la grúa planteada está en torno al 80,70% del estado tensional del proyecto de reparación.

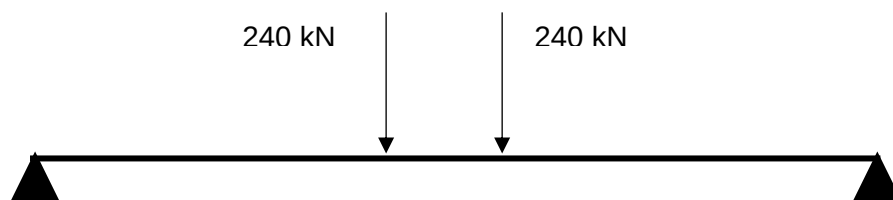
5.3.2.Sentido longitudinal

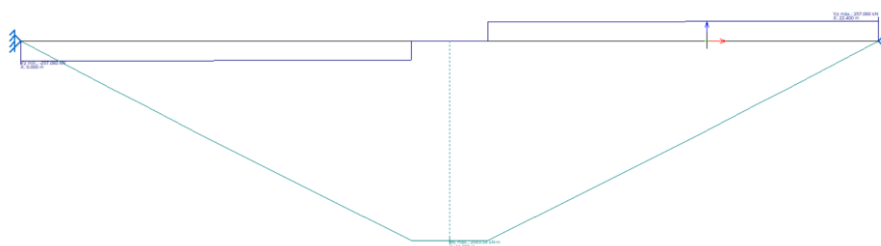
Se realiza el mismo análisis en el sentido longitudinal, tomando una de las celosías como viga biapoyada.

- Estado de proyecto 1: Sobrecarga peatonal y carro sobre celosía



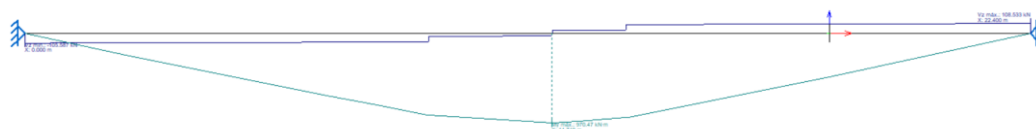
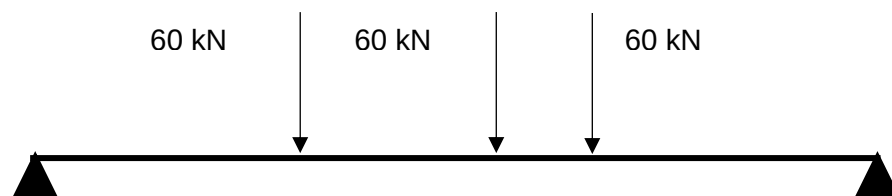
- Estado de proyecto 2: Situación accidental carro pesado sobre celosía.





Est. Proyecto 2	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	2543.54	257.06

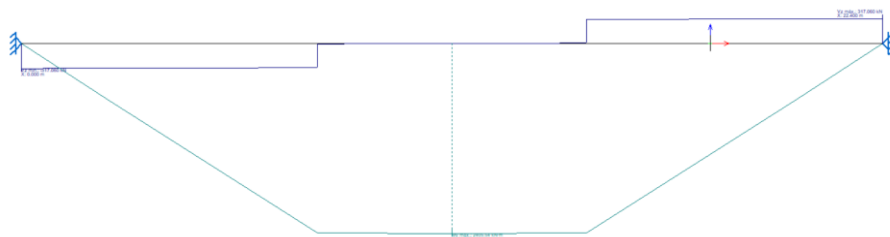
- Estado de grúa tablestacas en movimiento



Est. Grúa 1	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	970.47	108.533

- Estado de grúa en posición de trabajo (como puntuales):





Est. Grúa 2	Momentos [kNm]	Cortantes [kN]
Característica	2405.54	317.06

Tabla resumen esfuerzos longitudinales:

RESUMEN SENTIDO LONGITUDINAL	Caso de Carga	ELS Característica		ELU	
		Momento My [kNm]	Cortante Vz [kN]	Momento My [kNm]	Cortante Vz [kN]
Proyecto	SCU + Vehi. Lateral	3248,18	481,46	4385,04	649,97
Proyecto	Accidental Centrada	2543,54	257,06	2543,54	257,06
Grúa tablestacas	Grúa movimiento	970,47	108,53	1310,13	146,52
Grúa tablestacas	Grúa trabajo puntuales	2405,54	317,06	3247,48	428,03

En el sentido longitudinal, se puede comprobar que la grúa puede posicionarse sobre el puente, tanto en posición de movimiento como de trabajo. El estado de carga provocado por la grúa planteada está en torno al 71,68% del estado tensional del proyecto de reparación.

5.3.3. Comprobación modelo completo

Se ha reproducido el modelo de cálculo de proyecto en SAP2000, con el fin de comparar los resultados de esfuerzos. En él, se introducen tanto las situaciones de carga de proyecto como las situaciones de grúa planteadas.

- Grúa en posición de trabajo, apoyada en el centro

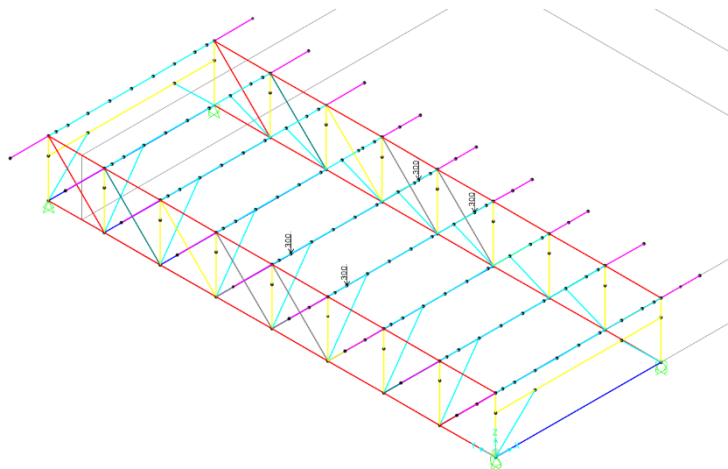


Figura 41. Modelo SAP2000. Grúa en posición de trabajo.

- Grúa en movimiento, por el centro del puente

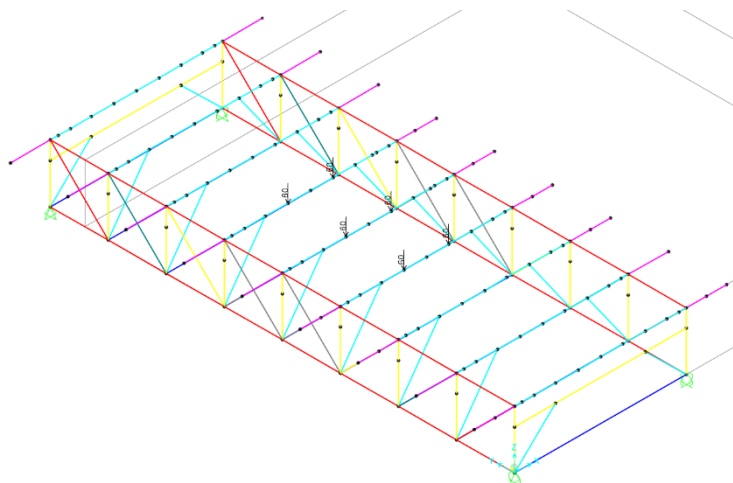


Figura 42. Modelo SAP2000. Grúa en movimiento. Centrada

- Grúa en posición de trabajo, con planchas de reparto.

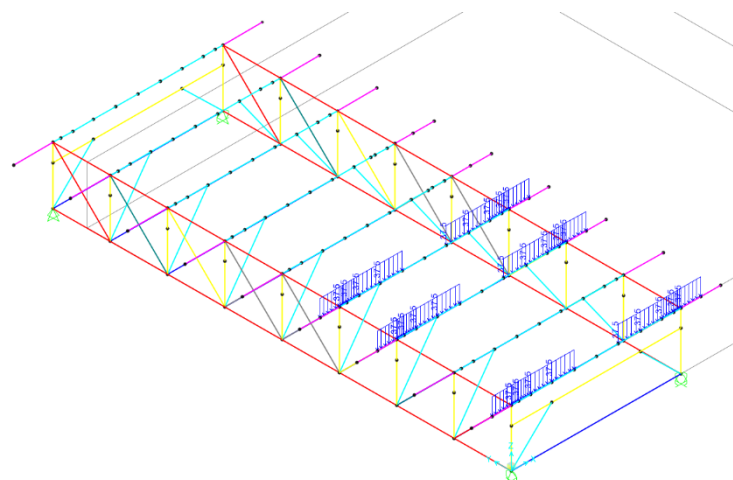


Figura 43. Modelo SAP2000. Grúa con planchas de reparto

Resumen de resultados:

	Proyecto Rehabilitación (envolvente)		Carga grúa (envolvente)		% Variación
	Axil cálculo [kN]	Momento cálculo [kN]	Axil cálculo [kN]	Momento cálculo [kN]	
Cordón inferior	2554.27	45.89	1905.66	36.52	74.61
Cordón superior	-2538.96	45.73	-1752.38	35.21	69.02
Montante 6-1	-1305.15	-- --	-1159.43	-- --	88.83
Montante 7-2	-977.99	-- --	-778.77	-- --	79.63
Montante 8-3	-707.19	-- --	-544.94	-- --	77.06
Montante 9-4	-328.75	-- --	-194	-- --	59.01
Montante 10-5	45.06	-- --	30.75	-- --	68.24
Montante 6-2	1569.54	-- --	1238.32	-- --	78.90
Montante 7-3	1176.55	-- --	987.1	-- --	83.90
Montante 8-4	768.05	-- --	528.98	-- --	68.87
Montante 9-5	158.87	-- --	77.29	-- --	48.65
Montante 4-10	-221.31	-- --	-174.82	-- --	78.99

Como se puede comprobar, el estado de carga provocado por la grúa planteada es menor en todos los elementos del tablero del puente y está en torno al 73% del estado tensional del proyecto de reparación. Se confirma también de esta forma, que el análisis simplificado arroja resultados muy cercanos a los conseguidos replicando el modelo de cálculo.

5.3.4. Comprobación de losa

Se comprueba la resistencia de la losa frente a la carga repartida de la grúa. Basándose en el cálculo de proyecto.

Se integra en un ancho de dos metros el momento en la losa en dirección longitudinal obteniéndose un momento solicitante de 31,48 kNm/m.

Las cargas son las siguientes:

- Peso propio del hormigón:

$$25 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 1,35 = 13,5 \text{ kN/m}$$

- Peso propio pavimento:

$$1,84 \cdot 2 \cdot 1,35 = 4,968 \text{ kN/m}$$

- Carga repartida grúa:

$$\frac{300 \text{ kN}}{4 \cdot 4 \text{ m}} = 18,75 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 18,75 \cdot 2 \cdot 1,35 = 50,625 \text{ kN/m}$$

- Momento máximo para dos metros de ancho:

$$M_{max} = \frac{69,093 \cdot 2,7^2}{8} = 62,96 \text{ kNm}$$

Eficiencia $M_y=31.5$; $eff(M,N)=0.25$ OK

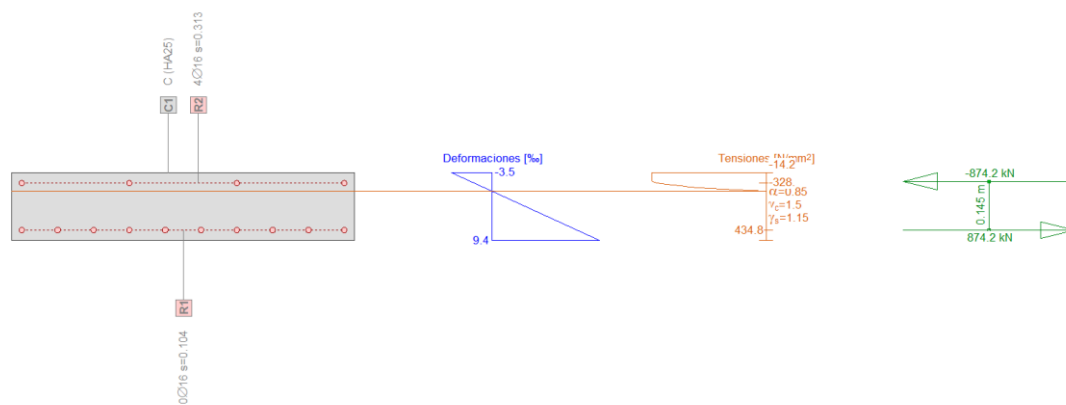


Figura 44. Modelo FAGUS. Solicitaciones sección losa

Se comprueba que, ante la carga de la grúa, la losa se encuentra a un 25% de aprovechamiento de la sección.

5.4. CONCLUSIÓN

Se ha comprobado mediante modelos simplificados, que tanto de forma transversal como longitudinal, los estados de carga provocados por la grúa en posición de movimiento y de trabajo son inferiores a los estados de carga del “Proyecto de rehabilitación del puente Avenida de Irún”. Se comprueba que el estado provocado por la grúa ronda el 80,70% en el sentido transversal y un 71,68% en el longitudinal, respecto a los estados máximos contemplados en el proyecto original de rehabilitación.

Posteriormente, se ha realizado un modelo de cálculo en SAP2000 donde se han replicado los estados de carga del proyecto y los planteados para la grúa. Se han comparado los esfuerzos en cada elemento y se ha verificado que el estado de carga planteado es inferior al del proyecto de rehabilitación, rondando un 73%.

Se ha recalculado la losa de hormigón superior, verificando que, ante la carga provocada por la grúa, se encuentra a un 25% de su capacidad total.

Por tanto, se comprueba que es posible ubicar la grúa para la hinca de tablestacas sobre el puente de la Avenida, por suponer un estado de cargas inferior a los considerados en el proyecto de rehabilitación.