



ANEJO 3.-CÁLCULOS

P.I. BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-
VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).



ÍNDICE

1.	OBJETO	4
2.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	4
3.	BASES DE CÁLCULO	6
3.1.	NORMATIVA APLICADA	6
3.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	6
3.3.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.....	7
3.4.	DURABILIDAD	7
3.5.	ACCIONES	8
3.5.1.	Acciones permanentes de valor constante (G_k).....	8
3.5.2.	Acciones permanentes de valor no constante (G_k^*).....	9
3.5.3.	Acciones variables (Q_k)	10
3.5.4.	Acciones Accidentales. Acción Sísmica (A).....	11
3.6.	COMBINACIÓN DE ACCIONES	12
3.6.1.	Procedimiento de análisis y dimensionamiento	12
3.6.1.1.	Procedimiento de análisis y dimensionamiento.....	12
3.6.2.	Hipótesis de carga.	14
4.	MODELO DE CÁLCULO	15
4.1.	DIMENSIONAMIENTO DEL MARCO	15
4.1.1.	Introducción de cargas	16
4.1.2.	Verificación del estado límite último	27



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).



4.1.3.	Dimensionamiento de la estructura.....	70
4.1.4.	Verificación del estado límite de servicio.....	85
4.2.	DIMENSIONAMIENTO ALETAS.....	91
4.2.1.	Descripción	91
4.2.2.	Acciones	92
4.2.3.	Comprobaciones	94
4.2.4.	ELU de agotamiento frente a solicitaciones normales.....	98
4.2.5.	ELS Fisuración	107
5.	DESPIECE Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE ARMADURAS.....	111

1. OBJETO

La finalidad del presente anejo es la comprobación de la solución estructural del paso inferior en el P.K.0+068,371 del tramo de alta velocidad entre Tocón y Valderrubio (Granada) del Proyecto “Construcción de la línea de Alta Velocidad entre Bobadilla y Granada. Tramo Tocón-Valderrubio”. La estructura a calcular es un marco de hormigón armado y cuatro aletas, dos en cada extremo de la estructura final.

Se ha llevado a cabo realizando los cálculos necesarios, obteniendo así las dimensiones de las secciones, armados y comprobando los coeficientes de seguridad frente a los distintos estados límite que se exponen de manera justificada en los siguientes puntos.

En este anejo desarrollaremos los siguientes puntos:

- Describir las distintas bases del diseño utilizadas para definir la estructura.
- Enumerar las distintas instrucciones y normativas de obligado cumplimiento en la construcción de obras de esta envergadura.
- Determinar los esfuerzos más desfavorables y sus concomitantes, según las distintas situaciones frente a E.L.S y E.L.U.
- Finalmente, dimensionar la sección de la estructura, así como su armado, tal que sea capaz de hacer frente a los esfuerzos más desfavorables mencionados anteriormente. Dicho dimensionamiento se efectuará para E.L.U. y E.L.S.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

El paso inferior definido en este proyecto se materializará en una estructura tipo marco de hormigón con ejecución “in situ”, situado en el P.K.0+068,371 de la carretera GR-3401 en el término municipal de Íllora, en la provincia de Granada. El ancho de la plataforma nos condiciona la longitud de la estructura, la cual es de 17,80m

Las dimensiones interiores 8,00m x 5,8m, con un espesor de hastial de 0,9 m y con un espesor de losa, tanto superior como inferior, de 0,9 metros. La función de cimentación la realizará la losa inferior, que asentará sobre el terreno. Las dimensiones exteriores del marco son de 9,80 m de largo y 7,6 m de alto.

La losa inferior tiene un saliente a cada extremo de 25 cm respecto al muro que permite facilitar el apoyo del encofrado respecto a los hastiales. La esquina superior interior del marco se realizara en chaflán para evitar problemas a la hora de desencofrar.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

En la figura siguiente se detalla la sección transversal correspondiente a la sección tipo descrita anteriormente.

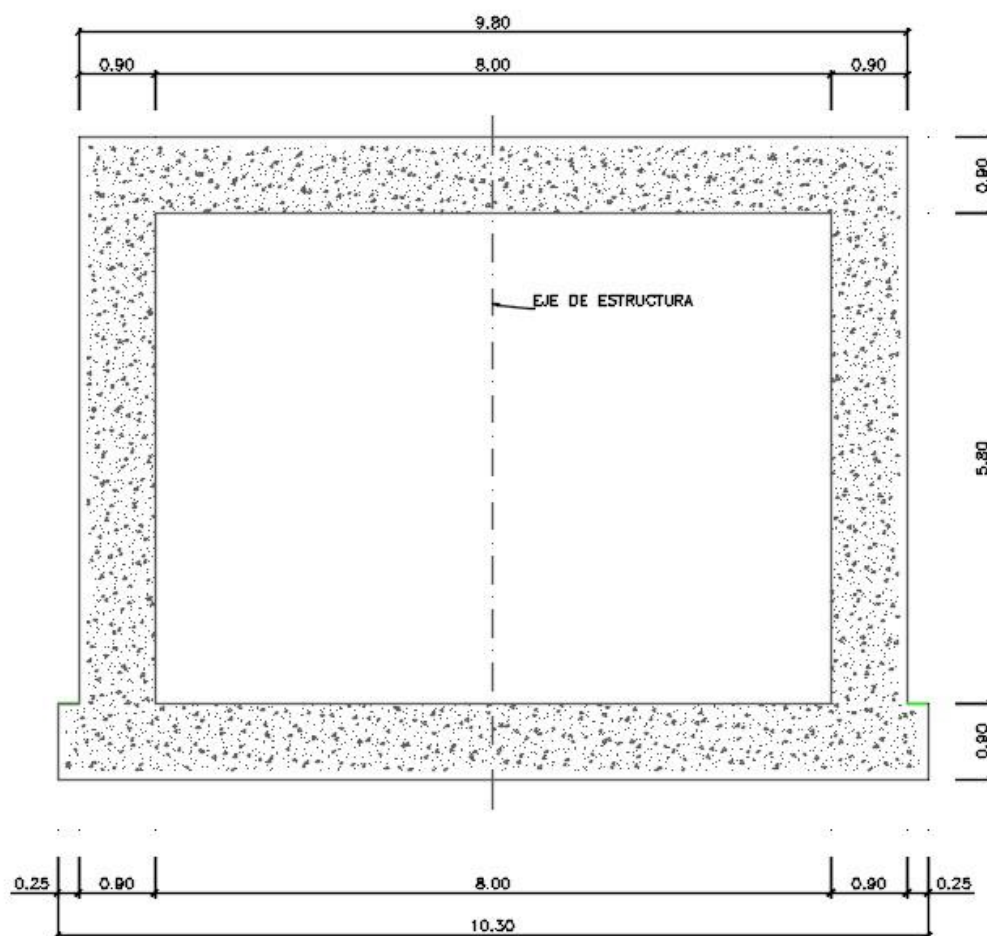


Ilustración 1. Sección Marco.

Sobre la losa superior existe un paquete de tierras con un espesor máximo aproximadamente de 0,4m

Se han provisto unas aletas a la entrada y a la salida del marco formando un ángulo de 45° con el eje del camino, para la contención del terreno. A pesar que cada una de las cuatro aletas tiene longitudes diferentes todas tienen su altura condicionada por la del marco, ya que éstas arrancan directamente de él. Así pues en su comienzo tendrán una altura de 7,60m y finalizarán con una altura de 1m. Todas las aletas están divididas en dos tramos, uno con altura entre 1 m y 3,85 m y otro con altura entre 3,85 m y 7,60 m. Las cuatro aletas se cimentarán mediante zapata con dimensiones diferentes según sea el tramo bajo o alto de la aleta. El tramo de aleta con menor altura, se denomina Tipo 2 tiene un espesor de muro de 45 cm y una zapata de 50 cm de canto con una puntera de 0,85 m y un talón de 2,15 m. Por otro lado el tramo de aleta alto, Tipo 1 tiene un espesor el muro de 70 cm y una zapata con un canto de 80 cm, una puntera de 0,6 m y 3,00 m de talón. El paramento del intradós es continuo en ambos tramos de aleta y con el paramento interior del marco.

En la ilustración siguiente se describe la sección de las aletas.

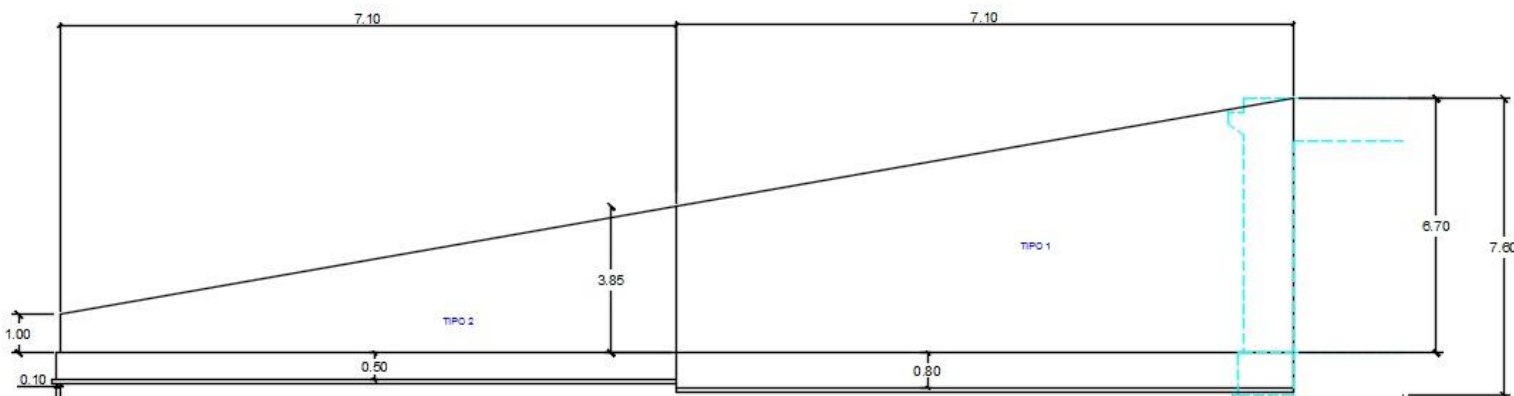


Ilustración 2. Sección Aletas

3. BASES DE CÁLCULO

3.1. NORMATIVA APLICADA

Las instrucciones y las normativas aplicadas para la realización de los cálculos para el Paso Inferior son las siguientes:

ACCIONES:

- IAPF. Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril.
- Guía de cimentaciones en Obras de Carretera.
- NCSP-07. Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07).

MATERIALES-CONSTRUCCIÓN:

- EHE-08. Instrucción de hormigón estructural EHE.
- EC-2. Euro-código2, "Proyecto de Estructuras de Hormigón".

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN ARMADO

Tipo: HA-25

Nivel de control: Estadístico

Resistencia característica f_{ck} : 25MPa

Resistencia media f_{cm} : 33MPa

SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS

Coefficiente de minoración de la resistencia del hormigón γ_c : 1,5

Resistencia de cálculo f_{cd}/γ_c : 20N/mm²

SITUACIONES ACCIDENTALES

Coefficiente de minoración de la resistencia del hormigón γ_c : 1,3

Resistencia de cálculo f_{ck}/γ_c : 23N/mm^2

MÓDULO DE ELASTICIDAD

Módulo de Elasticidad inicial E_{co} : 34000N/mm^2

Módulo de Elasticidad secante E_c : 29000N/mm^2

Módulo de Poisson ν_c : 0,20

ARMADURAS PASIVAS

Tipo: B-500 SD

Nivel de control: Normal

Resistencia característica f_{yk} : 500MPa

Coefficiente de minoración de resistencia del acero γ_s (situación Persistente o transitoria): 1.15

Resistencia de cálculo f_{yd} : 435 MPa

Módulo de Elasticidad E_s : 200000MPa

TERRENO EN TRASDÓS

Tipo: Granular

Ángulo de rozamiento interno ϕ : 30°

Coefficiente de empuje activo K_a : 0,33

Coefficiente de empuje al reposo K_o : 0,50

Peso específico: 19KN/m^3

3.3.CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

En la realización de los cálculos se han considerado las siguientes características geotécnicas: Para el dimensionamiento de la cimentación del marco un coeficiente de balasto de 10000KN/m^3 . Para el dimensionamiento de las zapatas de las aletas se ha tenido en cuenta una tensión admisible media de 0.20 MPa.

3.4.DURABILIDAD

La clase de exposición es IIa en todos los elementos del marco (losa superior, inferior, hastiales y alzado de aletas). Como consecuencia del tipo de ambiente definido, el hormigón armado debe cumplir las siguientes limitaciones:

AMBIENTE IIa

- Relación máxima agua/cemento: 0,60
- Contenido mínimo en cemento de 300 kg/m³
- Considerando una vida útil de 100 años, un cemento tipo CEM I y un control normal de la ejecución, se ha considerado un recubrimiento nominal 40 mm.
- Máxima abertura de fisura de 0,30mm.
- Resistencia mínima compatible del hormigón de 30MPa.

3.5.ACCIONES

Las siguientes acciones son las que se van a considerar en este anejo de comprobación estructural.

3.5.1. Acciones permanentes de valor constante (G_k)

Son las cargas permanentes de valor constante, que actúan de forma permanente y sin variación de posición y magnitud sobre la estructura.

❖ *Peso propio.*

Esta acción, correspondiente al peso de los elementos estructurales, es considerada por el software de cálculo empleado. No será necesario introducir la carga de peso propio como acción exterior. Su actuación se tiene en cuenta en el estado de carga para cargas permanentes, que posteriormente se emplea en combinaciones mayorado.

Su valor se obtiene a partir de las dimensiones especificadas en los planos y del peso específico del material constitutivo.

-Peso propio del hormigón: 25,00KN/m³

❖ *Cargas muertas.*

Son las debidas a todos los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura. Se considera como tal el peso de las tierras sobre el marco. Así mismo habría que considerar el peso de la superestructura del ferrocarril que pasa sobre el marco, pero esto lo implementamos aumentando la altura de tierras un poco y así nos quedamos del lado de la seguridad. Esta sollicitación no interviene en el cálculo de las aletas.

La rebanada de marco que se va a calcular corresponde a la que más altura de tierras tenga, en nuestro caso 0,4m de tierras, desde el techo de la losa superior hasta la coronación.

Con estos datos podemos conocer que fuerza actúa sobre el techo del marco. Ésta será una carga distribuida uniforme con un valor de 7,60KN/m.

$$Y * H = 7,60KN/m$$

3.5.2. Acciones permanentes de valor no constante (G_k^*)

Estas cargas pueden variar en posición y magnitud durante la vida útil de la estructura. En este grupo incluimos los empujes del terreno sobre la estructura.

❖ *Empuje activo del terreno.*

Este empuje debido a que el coeficiente de empuje activo es menor que en el caso anterior dará como resultado una menor resultante. El empuje activo se da en la situación en la que el terreno se mueve hacia la estructura, esto se puede dar en ocasiones en las que la estructura deforme y permita que el terreno se mueva en su dirección.

El empuje activo fue estudiado por Coulomb y propuso la siguiente expresión para obtener el coeficiente de empuje activo.

$$K_a = \frac{1 - \sin \Phi'}{1 + \sin \Phi'}$$

La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_a = K_a * Y_{aparente} * Z$$

Donde:

E_a : Empuje activo.

K_a : Coeficiente de empuje activo.

$Y_{aparente}$: Peso específico aparente.

Z : Profundidad, con origen en la superficie del terreno y signo positivo descendente.

❖ *Empuje del terreno al reposo.*

El empuje al reposo será el mayor a los dos considerados y se produce cuando no existe movimiento de la estructura hacia el terreno ni viceversa.

Es el incremento que sufre el empuje activo hasta alcanzar el empuje al reposo.

Rankine determinó dos expresiones para la determinación del coeficiente empuje al reposo según si terreno estuviera normalmente consolidado o sobreconsolidado. Usaremos la expresión de terreno normalmente consolidado.

$$K_0 = 1 - \sin \Phi'$$

Donde:

Φ : ángulo de rozamiento interno del terreno.

La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_o = K_o * Y_{aparente} * Z$$

Donde:

E_o : Empuje de tierras en reposo.

K_o : Coeficiente de empuje en reposo.

$Y_{aparente}$: Peso específico aparente.

Z : Profundidad, con origen en la superficie del terreno y signo positivo descendente.

3.5.3. Acciones variables (Q_k)

Al no disponer de normativa específica sobre las acciones a considerar en este tipo de estructura, utilizaremos las que presenta la *Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril (IAPF)*.

Las acciones variables están constituidas por un conjunto de acciones verticales, longitudinales y transversales al puente, con sus efectos dinámicos correspondientes. Se aplicarán individualmente o combinadas entre sí, en las posiciones y condiciones que resulten más desfavorables para el elemento y efecto en estudio. Podrán actuar tan sólo en una parte limitada de la estructura o incluso no actuar.

Las acciones variables que hay que considerar en este proyecto son las de sobrecarga de uso, producidas por el uso del tren de cargas ferroviarias que circula sobre el paso inferior.

3.5.3.1. Cargas verticales. Tren de cargas.

En el apartado 2.3.1 de la IAPF estipula que la carga estática producida por el peso de los vehículos ferroviarios sobre una vía, aplicada en el eje de la vía y a nivel de su plano de rodadura; se define por las acciones siguientes actuando simultáneamente.

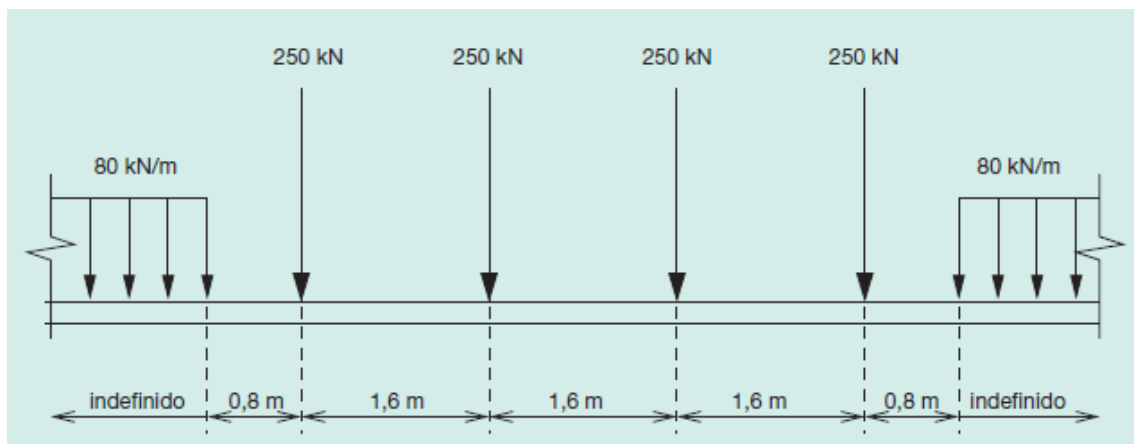


Ilustración 3. Tren de cargas verticales UIC71

❖ *Sobre carga de uso puntual.*

La IAPF establece una serie de fuerzas puntuales que deben tenerse en cuenta a la hora de proyectar la estructura. Se consideran cuatro fuerzas de 250KN cada uno, separadas longitudinalmente entre sí 1,6m, en la posición más desfavorable para el elemento y efecto de estudio.

La carga sobre cada traviesa se podrá distribuir con una pendiente 4V:1H a través del espesor del balasto.

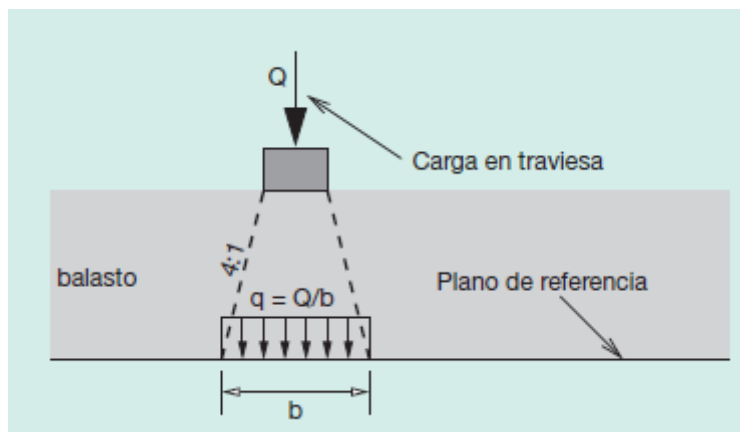


Ilustración 4. Reparto longitudinal de una carga puntual sobre la traviesa a través del balasto.

❖ *Sobrecarga de uso distribuida.*

Se estipula dos cargas de 80KN/m, no se dispondrá en una longitud igual a 6,4m centrada con los cuatro ejes definidos anteriormente.

Las acciones anteriores se multiplican por un coeficiente de clasificación, α , cuyo valor es:

$\alpha=1,21$ para vías de ancho ibérico o UIC.

3.5.3.2. *Sobrecarga en terraplenes.*

Consiste en un empuje que actúa uniformemente sobre los laterales del marco

Esta sobrecarga sólo se tendrá en cuenta cuando la distancia horizontal entre el eje de la vía y la estructura sea menor o igual que la mitad de su altura. Siendo este el caso que se da en la estructura calculada, se consideran una sobrecarga uniforme de 30KN/m^2 que va multiplicada por un coeficiente.

Esta sollicitación también intervendrá en el cálculo de las aletas.

3.5.4. *Acciones Accidentales. Acción Sísmica (A).*

La normativa vigente es la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-07, la cual establece los términos municipales con riesgo sísmico.

Las obras de este proyecto se clasifican de importancia especial ya que la destrucción por un terremoto interrumpe un servicio para la colectividad y además imprescindible, ya que el tren de alta velocidad española pasa sobre el marco objeto de cálculo.

3.6.COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las acciones consideradas en el cálculo del marco se han dividido en distintos grupos, en función de su carácter, para poder combinar correctamente los esfuerzos que engendran, siguiendo las directrices expuestas en el capítulo 3 de la Norma EHE y en los capítulos 4 y 5 de la IAPF. El valor de las acciones se ha determinado en función de las características y uso de la estructura y las normativas especificadas en los apartados anteriores siguiendo en todo momento la *Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril*.

3.6.1.Procedimiento de análisis y dimensionamiento

Las acciones consideradas en el cálculo del marco se han dividido en distintos grupos, en función de su carácter, para poder combinar correctamente los esfuerzos que engendran, siguiendo las directrices expuestas en el capítulo 3 de la Norma EHE y en los capítulos 4 y 5 de la IAPF. El valor de las acciones se ha determinado en función de las características y uso de la estructura y las normativas especificadas en los apartados anteriores siguiendo en todo momento la *Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril*.

3.6.1.1. Procedimiento de análisis y dimensionamiento.

Para el análisis de la estructura el proceso general de cálculo seguido es el establecido en la Norma EHE-08, y conocido con el nombre de los estados límites.

Los estados límites a comprobar son:

❖ ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (E.L.U.)

- ✓ *Agotamiento frente a solicitaciones normales.* Se utilizan los dominios de deformación siguiendo el artículo 42 de EHE-08 para determinar las armaduras necesarias que resistan los esfuerzos de flexión longitudinalmente y transversalmente. Las secciones de hormigón armado se dimensionan en estado límite último, empleando el diagrama parábola-rectángulo, con los diagramas de tensión-deformación del hormigón. En el caso del acero, se utiliza su diagrama tensión-deformación. Generalmente se comprueban los límites exigidos como puedan ser: las cuantías mínimas geométricas y mecánicas, así como las disposiciones indicadas (separaciones mínimas y máximas, diámetros mínimos, etc.).
- ✓ *A cortante.* Con el fin de hallar el armado adecuado en los estribos que puedan soportar los esfuerzos cortantes. Como para el caso anterior las exigencias tanto de diámetros como separaciones entre estribos se realiza acatando la normativa.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad γ_F para los estados límite últimos están recogidos en el Cuadro 4.1 de la IAPF.

Cuadro 1. Valores de los coeficientes parciales de seguridad para los estados límite últimos.

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA		SITUACIÓN ACCIDENTAL	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE	EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante ^{(1) (2)}		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado $P_1^{(3)}$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Pretensado $P_2^{(4)}$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Otra presolicitación ⁽³⁾	$\gamma_G^* = 0,95$	$\gamma_G^* = 1,05$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Reológica	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,50$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental		—	—	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

❖ ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (E.L.S.)

- ✓ *Fisuración.* En este apartado se procede a comprobar si la sección fisura y en su caso que la abertura de fisura sea inferior a la estipulada por la norma para cumplir las exigencias de durabilidad, funcionalidad, estanqueidad y apariencia.
- ✓ *Deformación.* Se verifica que las deformaciones (flecha máxima) que se puedan producir en el marco no condicionen, la puesta en servicio de la construcción por motivos estéticos, funcionales, etc.

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad γ_F están recogidos en el Cuadro 4.2 de la IAPF.

Cuadro 2. Valores de los coeficientes parciales de seguridad para los estados límite de servicio.

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado P_1 Armaduras postesas	$\gamma_{G^*} = 0,90$	$\gamma_{G^*} = 1,10$
	Pretensado P_1 Armaduras pretesas	$\gamma_{G^*} = 0,95$	$\gamma_{G^*} = 1,05$
	Pretensado P_2	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Otra presolicitación	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Reológica	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

3.6.2. Hipótesis de carga.

Las hipótesis de carga a considerar se obtienen combinando los valores de cálculo con las acciones.

Para los estados límite último (ELU) las situaciones consideradas son:

Para la comprobación de los Estados Límites Últimos se considerarán las situaciones persistentes y transitorias, y las accidentales con o sin sismo.

- **Situaciones persistentes o transitorias**

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

- **Situaciones accidentales. Sin sismo:**

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

- **Situaciones accidentales. Con sismo:**

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$$

Para los estados límite de servicio (ELS) las situaciones consideradas son:

Para las comprobaciones relativas a los Estados Límites de servicio se considerarán únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

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

- **Combinación característica (poco probable o rara)**

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

- **Combinación frecuente**

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

- **Combinación cuasi-permanente**

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

Los valores de los coeficientes Ψ son los siguientes:

ACCIONES	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Cargas de tráfico	0,8	(1)	0
Resto de acciones variables	0,6	0,5	0,2

Cuadro 3. Valores de los coeficientes de simultaneidad.

4. MODELO DE CÁLCULO

Se determinarán dos modelos independientes entre sí; uno para las aletas y otro para el marco, y se analizarán por separado.

4.1.DIMENSIONAMIENTO DEL MARCO

El marco de hormigón se modelizará con el programa de cálculo y obtendremos como resultado los esfuerzos sobre la estructura. El SAP2000 es un programa de elementos finitos tipo viga, si introdujéramos un solo elemento para cada losa y un solo elemento para cada hastial las leyes de esfuerzos obtenidas con el programa diferirían mucho de las reales. Por eso optamos por dividir cada uno de los elementos en 10 elementos tipo barra, de esta forma podemos acercarnos mucho más al caso real y tener una casuística de estados de carga mucho más amplia que con la forma más simplificada. Por tanto las losas superior e inferior y los dos hastiales se dividirán cada uno en 10 módulos de igual longitud.

Para el análisis de todo el marco tan solo modelizaremos una rebanada de 1 m de ancho; esta rebanada soportará las mayores cargas de todo el marco y extenderemos del lado de la seguridad los datos obtenidos para esta rebanada a todo el marco. Pero esto requeriría un estudio que escapa a la dimensión de este proyecto. Con el modelo de cálculo que vamos a utilizar los resultados que obtendremos serán más restrictivos y por tanto del lado de la seguridad.

En cuanto a la relación entre estructura y terreno esta será modelizada mediante el método del coeficiente de balasto. Este método consiste en simular la deformabilidad del terreno como un número finito de muelles con cierta rigidez. Esta rigidez es el denominado coeficiente de balasto, característico de cada terreno y de sus características mecánicas. El coeficiente de balasto es igual a 1.600KN/m3. Estos muelles se distribuirán a lo largo de la losa inferior; colocaremos un total de 10 muelles haciéndolos coincidir con el final de cada módulo.

Así, la constante vendrá determinada mediante la siguiente fórmula:

$$Rigidez(KN/m) = Coeficiente\ de\ balasto \times Área\ de\ influencia$$

Tenemos:

- ✓ Coeficiente de balasto de 10000 KN/m³
- ✓ El eje de la solera mide 8,90 m y contiene 10 barras, la dimensión de cada barra es de 0,89m. De este modo, la rigidez del muelle será:

$$Rigidez(KN/m) = 10000 \times \left\{ \frac{8,90}{10} \times 1 \right\} = 8900\ KN/m$$

A cada una de las barras se les ha asignado una sección: de 1,0 m de canto para la losa superior e inferior y 0,9 m de canto para los hastiales.

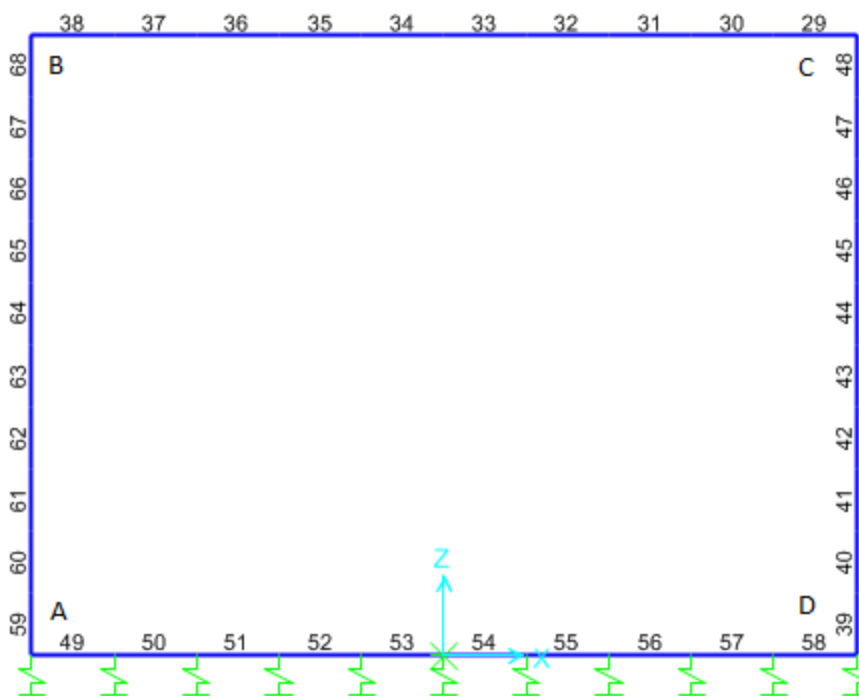


Ilustración 5. Modelo

4.1.1. Introducción de cargas

Se expone como han sido explicitadas al software de cálculo las sollicitaciones actuantes en el marco. La forma de sintetizar las cargas corresponde tanto a la necesidad para que el programa lo asimile como para el cálculo de envolventes de esfuerzo posterior.

Las acciones que se describen a continuación se introducen en el modelo sobre la geometría descrita con las siguientes consideraciones:

Las cargas de peso propio, cargas muertas, empujes del terreno y sobrecargas distribuidas se introducen como cargas distribuidas superficiales.

Las cargas correspondientes al tren de cargas se reparten transversalmente a través del terreno, con lo que también se introducen en el modelo como cargas por unidad de superficie.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBÍO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

El modelo contempla diferentes posiciones del tren de cargas sobre la losa superior, dimensionando posteriormente para la envolvente de todas las posiciones del carro.

❖ *Peso propio.*

Su valor se obtiene a partir de las dimensiones especificadas en los planos y del peso específico del material constitutivo.

-Peso propio del hormigón: 25,00KN/m³

❖ *Cargas muertas.*

La rebanada de marco que se va a calcular corresponde a la que más altura de tierras tenga, en nuestro caso 0,4m de tierras, desde el techo de la losa superior hasta la coronación.

Con estos datos podemos conocer que fuerza actúa sobre el techo del marco. Ésta será una carga distribuida uniforme con un valor de 7,6KN/m².

$$Y * H = 7,6KN/m^2$$

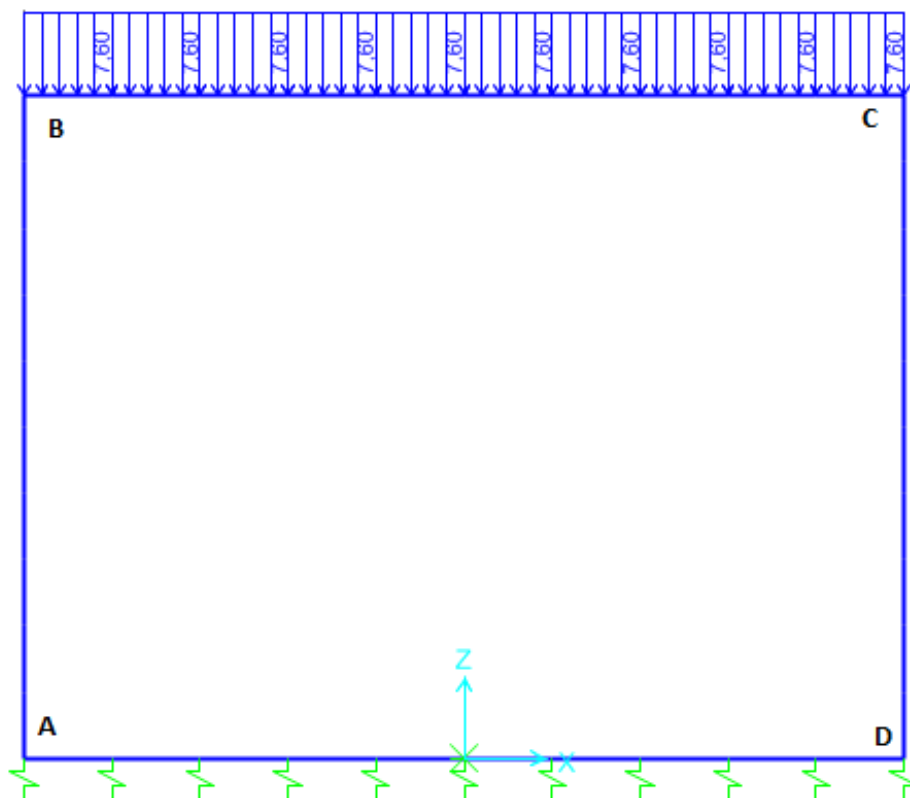


Ilustración 6. Cargas muertas

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

❖ *Empuje activo del terreno.*

La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_a = K_a * \gamma_{aparente} * Z$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \Phi'}{1 + \sin \Phi'} = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0,3333$$

-Para el hastial izquierdo:

Nudo A: $E_a = 7,1 \times 19 \times 0,333 = 44,52 \text{ KN/m}$

Nudo B: $E_a = 0,85 \times 19 \times 0,333 = 5,33 \text{ KN/m}$

- Para el hastial derecho:

Nudo C: $E_a = -0,85 \times 19 \times 0,333 = -44,52 \text{ KN/m}$

Nudo D: $E_a = -7,1 \times 19 \times 0,333 = -5,33 \text{ KN/m}$

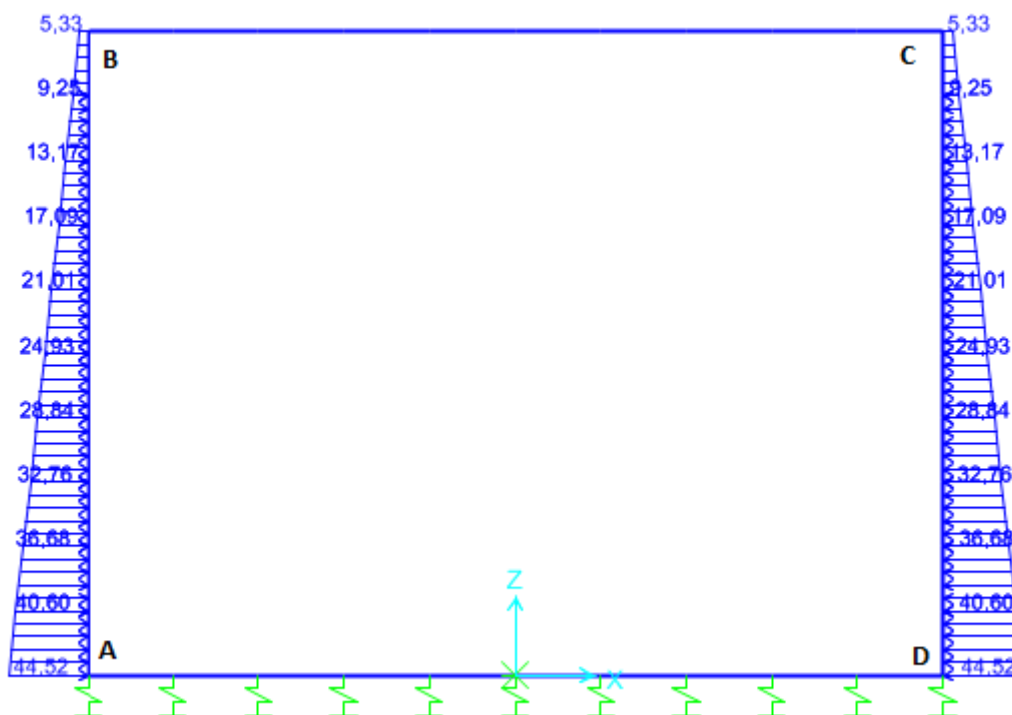


Ilustración 7. Empuje Activo

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

❖ *Empuje del terreno al reposo.*

La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_o = K_o * \gamma_{aparente} * Z$$

$$K_o = 1 - \sin \Phi' = 1 - \sin 30 = 0,5$$

-Para el hastial izquierdo:

Nudo A: $E_o = 7,1 \times 19 \times 0,5 = 67,45 \text{ KN/m}$

Nudo B: $E_o = 0,85 \times 19 \times 0,5 = 8,08 \text{ KN/m}$

- Para el hastial derecho:

Nudo C: $E_o = -0,85 \times 19 \times 0,5 = -8,08 \text{ KN/m}$

Nudo D: $E_o = -7,1 \times 19 \times 0,5 = -67,45 \text{ KN/m}$

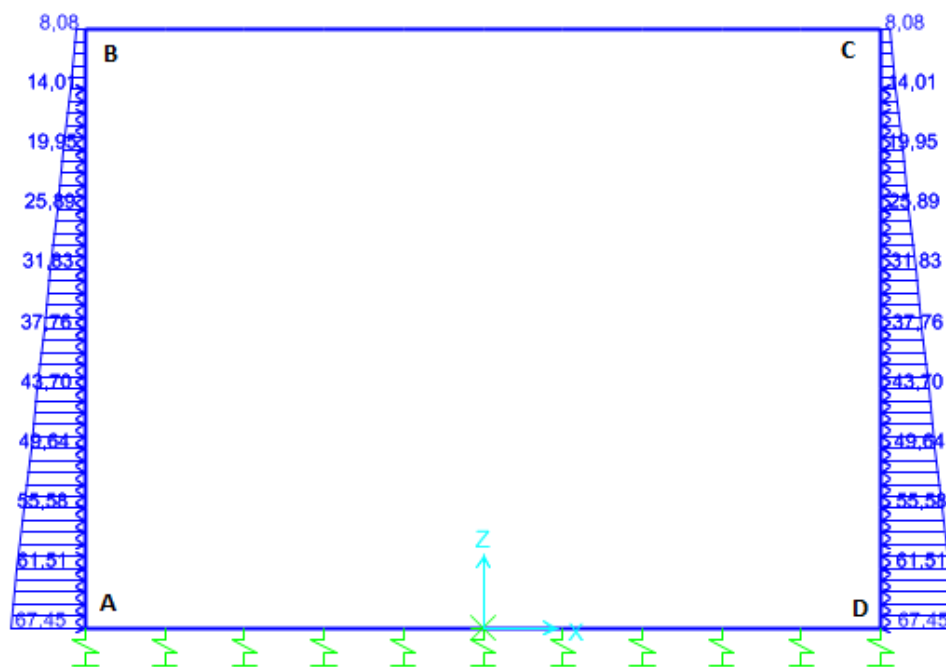


Ilustración 8. Empuje pasivo

❖ *Sobrecarga de uso.*

En el apartado 3.5.3.1 se ha explicado que el efecto de estas cargas depende de la profundidad a la que se encuentra la estructura, ya que siendo enterrada éstas se distribuyen en un área mayor. Como muestra Las cargas se reparten de forma piramidal con un ángulo de las caras laterales de 60° respecto a la horizontal.

Para el caso de las cargas puntuales se calcula el área de actuación en las dos direcciones (transversal y longitudinal).

$$B = b + \frac{2 * H}{\tan 60} = 2,6 + \frac{2 * 0,4}{\tan 60} = 3,06m$$

Donde:

b, ancho de la traviesa.

H, altura de tierras.

De ahí:

$$q = \frac{P_t}{\text{Área de afección}} = \frac{4 * 250}{6,4 * 3,06} = 51,06 \text{ KN/m}^2$$

Donde:

P_t, es la carga total.

Para el caso de las cargas distribuidas el área de afección es la B, calculada anteriormente por un metro de longitud. Entonces:

$$q = \frac{q_r}{\text{Área de afección}} = \frac{80}{3,06 * 1} = 26,14 \text{ KN/m}^2$$

Las cargas anteriores han de multiplicarse por un coeficiente α, teniendo así la carga estática.

α=1,21 para vías de ancho ibérico o UIC.

Por otra parte, siguiendo la IAPF, los esfuerzos dinámicos máximos producidos por los trenes reales, se obtendrán multiplicando los esfuerzos estáticos por un coeficiente de impacto envolvente (Φ). Se calcula de la siguiente manera:

Seleccionamos el coeficiente de impacto Φ₂, ya que tenemos una vía con un grado de mantenimiento bueno al tratarse de un tren de alta velocidad V>200Km/h.

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,326$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Donde:

L_Φ : longitud determinante para vigas principales. Definido en cuadro B.4, caso 5.3 por lo que su valor es de 9,273m ($K=1,3$ y $n=3$)

CASO	ELEMENTO ESTRUCTURAL	LONGITUD DETERMINANTE (L_ϕ)										
5.1	Vigas y losas simplemente apoyadas (incluyendo vigas metálicas embebidas en el hormigón)	Luz del vano en la dirección principal de la viga										
5.2	Vigas y losas continuas de n vanos, con $L_m = \frac{1}{n}(L_1 + L_2 + \dots + L_n)$	$L_\phi = kL_m$, pero no menor que $\max L_i$ ($i = 1 \dots n$) <table><tr><td>$n=$</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>≥ 5</td></tr><tr><td>$k=$</td><td>1,2</td><td>1,3</td><td>1,4</td><td>1,5</td></tr></table>	$n=$	2	3	4	≥ 5	$k=$	1,2	1,3	1,4	1,5
$n=$	2	3	4	≥ 5								
$k=$	1,2	1,3	1,4	1,5								
5.3	Estructuras porticadas —vano único	Se considera como una viga continua de tres vanos (se utiliza 5.2, con las longitudes del dintel y las de los pilares)										
	—múltiples vanos	Se considera como una viga continua de múltiples vanos (se utiliza 5.2, con las longitudes de los dinteles y de los pilares extremos)										

Cuadro 4. Longitudes determinantes L_Φ para vigas principales (longitudes).

Establecidos los coeficientes α y Φ_2 los valores de las cargas son:

Carga puntual, $q(250)=81,92\text{KN/m}^2$

Carga distribuida, $q(80)=41,94\text{KN/m}^2$

❖ *Sobrecarga de terraplenes.*

Para realizar el cálculo se ha tomado como máximo valor del empuje sobre los hastiales el propiciado por el empuje al reposo. Se han seguido los mismos pasos que en el apartado Acciones permanentes de valor no constante (G^*) por tratarse del mismo terreno, si bien se ha sustituido la expresión del empuje por la siguiente al no variar su magnitud con la profundidad:

$$E_{SC} = 30 * \alpha * K_o = 30 * 1,21 * 0,5 = 18,15 \text{ KN/m}^2$$

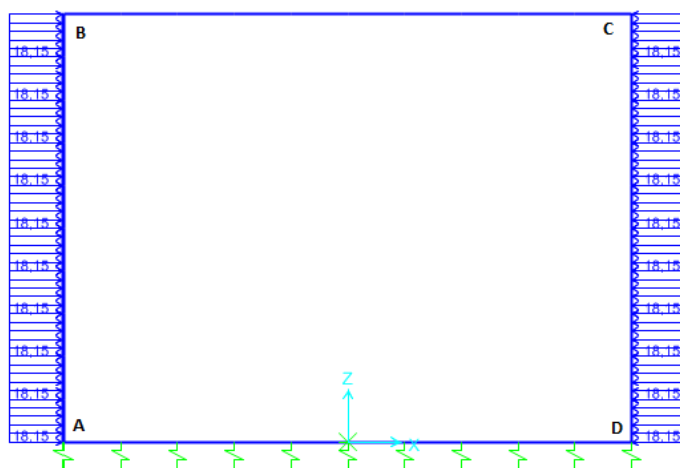


Ilustración 9. Sobrecarga terraplenes

❖ Acción sísmica

La fuerza resultante de la acción sísmica se define como: $F_{sismo} = M * a_c * S_{ae}$

Dónde:

M : es la masa calculada como la suma de la losa superior y de las cargas muertas teniendo en cuenta en la combinación de acciones que se contempla un coeficiente de combinación $\psi_2=0.2$, con lo que se consideraría la sobrecarga de uso.

a_c : es la aceleración de cálculo del terreno

S_{ae} : la aceleración espectral del espectro de cálculo, correspondiente al periodo fundamental T del puente en segundos.

- Aceleración de cálculo de terreno o aceleración sísmica horizontal de cálculo

$$a_c = S * \rho * a_b$$

Con:

a_b : Aceleración sísmica básica, según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

(Municipio de Illora, $a_b = 0,19g$)

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, obtenido como producto de dos factores:

$$\rho = \gamma_t * \gamma_h = 1,3$$

$$\gamma_t = 1,3$$

Factor de importancia

Importancia del puente	γ_i
Normal	1,0
Especial	1,3

$$\gamma_h = \left(\frac{P_R}{500} \right)^{0,4} = 1$$

S Coeficiente de ampliación del terreno.

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 * \left(\rho * \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) * \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$C = 1,3$$

Coeficientes del terreno

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

$$S = 1,02042$$

Por último

$$a_c = S * \rho * a_b$$

$$a_c = 1,02042 * 1,3 * 0,19g$$

$$a_c = 0,25204g$$

- Espectro de aceleración (Componente horizontal) S_a

$$0 \leq T \leq T_A: \quad S_a(T) = \left[1 + \frac{T}{T_A} (2,5 \nu - 1) \right] a_c$$

$$T_A \leq T \leq T_B: \quad S_a(T) = 2,5 \nu a_c$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_a(T) = 2,5 \nu \frac{T_B}{T} a_c$$

$$T_C \leq T: \quad S_a(T) = 2,5 \nu \frac{T_B T_C}{T^2} a_c$$

-Para el cálculo de T_A, T_B y T_C :

Sismo último de cálculo
$T_A = K C / 10$ $T_B = K C / 2,5$ $T_C = K (2 + C)$

Con $K=1$:

$$\begin{cases} T_A = 0,13 \\ T_B = 0,52 \\ T_C = 3,3 \end{cases}$$

-Cálculo del periodo 'T'

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{M}{K}}$$

K es la rigidez equivalente

$$K = \frac{1000}{0,0529} = 18903 \text{ kN/m}$$

M masa calculada como la suma de la losa superior y de las cargas muertas

$$M = [(9,8 * 0,9 + 0,9 * 5,8) * 25] + [(\gamma_c * 1 * 0,4) * 9,8] = 525,48 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 43,5 \text{ T/m}$$

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{M}{K}} = 0,301 \text{ seg}$$

$$T_A < T = 0,3 < T_B$$

De ahí

$$S_a(T) = 2,5 * \nu * a_c = 6,18$$

Con

$$v = (5/\xi)^{0,4} = 1$$

Por último $F_{sismo} = M * a_c * S_{ae}$

$$F_{sismo} = 268,1 \text{ kN}$$

❖ *Empuje de tierras (incremento dinámico)*

Al ser una estructura enterrada, el sismo provoca un movimiento que se traduce en un incremento del empuje de tierras. El método utilizado es el pseudoestático, desarrollado inicialmente por Okabe y Mononobe y que se basa en la generalización de los principios de la estática a la situación sísmica, mediante la adición, a las fuerzas existentes en la situación estática, de fuerzas de inercia y sobreempujes, que son función de las características del sismo analizado.

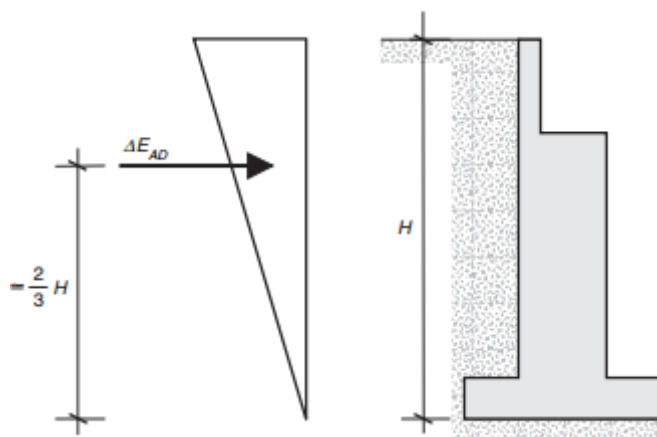


Ilustración 10. Empuje de tierras. Incremento dinámico

El incremento dinámico se define mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * (K_{AD} - K_{AE})$$

γ : Peso específico del terreno ($\gamma = 2 \text{ T/m}^3$)

H : Altura del muro ($H = 7,6 \text{ m}$)

K_{AD} : Coeficiente de empuje activo en condiciones dinámicas

$$K_{AD} = \frac{(1 + K_v) * \cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\cos\theta * \cos^2\beta * \cos(\delta + \beta + \theta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - i - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) * \cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

Siendo:

ϕ : Ángulo de rozamiento interno del terreno ($\phi = 30^\circ$)

β : Ángulo del paramento del muro respecto de la vertical ($\beta = 0^\circ$)

δ : Ángulo de rozamiento estructura-terreno ($\delta = 0^\circ$)

i : Ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal ($i = 0^\circ$)

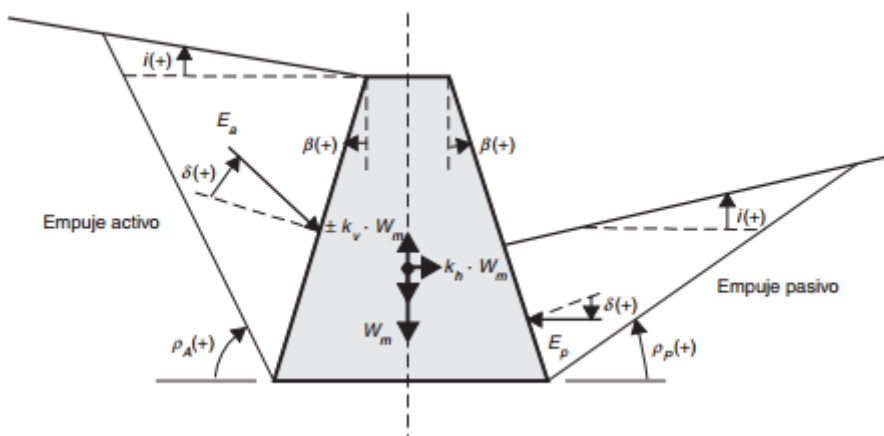


Ilustración 11. Empuje de tierras. Incremento dinámico.

θ : Ángulo de gravedad aparente con respecto a la vertical

$$\theta = \arctg\left(\frac{k_h}{1 + k_v}\right) = \arctg\left(\frac{a_c}{g}\right) = \arctg(0,25) = 14,036$$

k_v : Coeficiente sísmico vertical (Se desprecia)

k_h : Coeficiente sísmico horizontal

Con todos esos datos:

$$K_{AD} = 0,51989$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2\beta * \cos(\delta + \beta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - i)}{\cos(\delta + \beta) * \cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

Siendo:

ϕ : Ángulo de rozamiento interno del terreno ($\phi = 30^\circ$)

β : Ángulo del paramento del muro respecto de la vertical ($\beta = 0^\circ$)

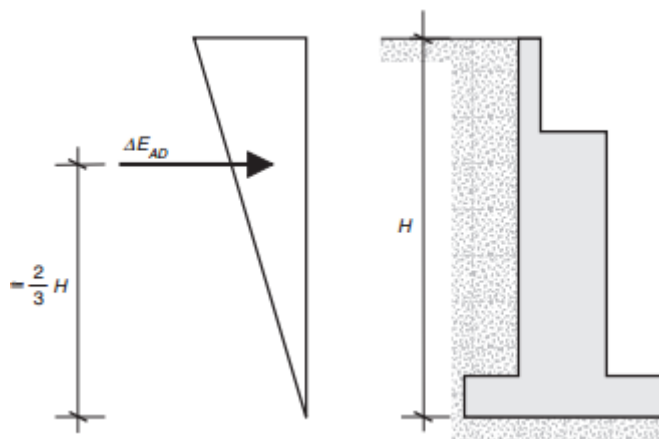
δ : Ángulo de rozamiento estructura-terreno ($\delta = 0^\circ$)

i : Ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal ($i = 0^\circ$)

$$K_{AE} = 0,3333$$

Por último el incremento dinámico tendrá un valor de:

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * (K_{AD} - K_{AE}) = \frac{1}{2} * 19 * 7,6^2 * (0,51989 - 0,33333) = 102,37 \text{ kN}$$



Empuje de tierras. Incremento dinámico.

4.1.2. Verificación del estado límite último

Calculadas todas las cargas, se le aplicarán a la estructura de elementos finitos modelizada en el apartado 4.1 de este mismo anejo.

Según lo indicado en el apartado 3.6.2 de este anejo se combinan las cargas ya partir de estas, se obtienen las envolventes correspondientes a cada una de ellas.

De estas envolventes obtenemos los valores máximos y mínimos de los axiles, cortantes y flectores así como sus concomitantes.

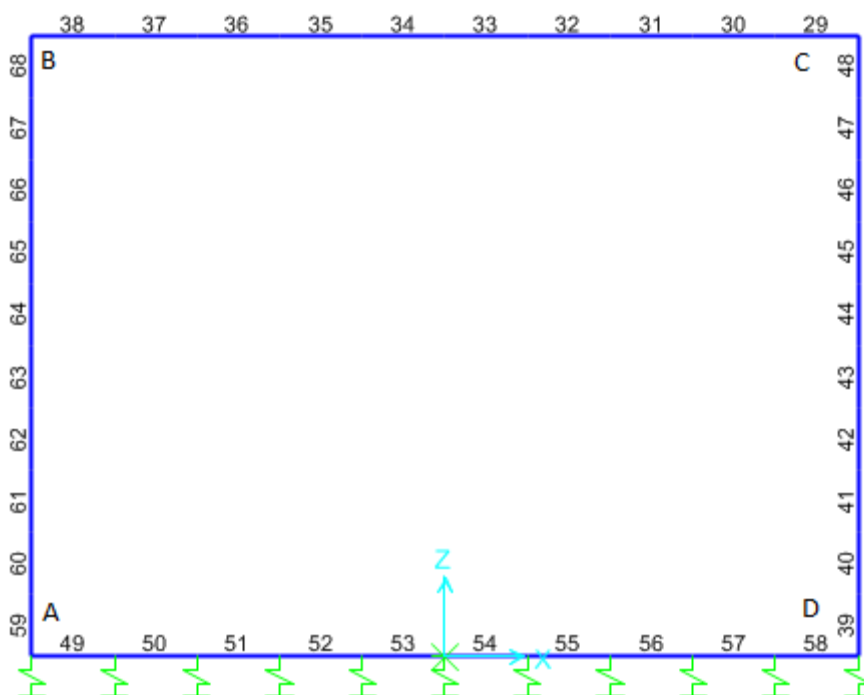


Ilustración 12. Numeración barras.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

A continuación se adjuntan las tablas de la envolvente de esfuerzos proporcionada por el software de cálculo.

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2								
Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
29	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-92,784	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-92,754	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-92,754	0,000	0,0000
29	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-77,473	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-62,192	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-62,192	0,000	0,0000
29	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-62,161	0,000	0,0000
29	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-755,292	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-755,250	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-755,250	0,000	0,0000
29	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-689,692	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-624,133	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-624,133	0,000	0,0000
29	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-623,973	0,000	0,0000
29	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	-0,166	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	-0,136	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	-0,136	0,000	0,0000
29	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	13,228	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	26,593	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	26,593	0,000	0,0000
29	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	26,623	0,000	0,0000
29	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-267,724	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-267,694	0,000	0,0000
29	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-267,694	0,000	0,0000
29	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-254,329	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-240,965	0,000	0,0000
29	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-240,965	0,000	0,0000
29	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-240,935	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
30	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-62,161	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-62,112	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-62,112	0,000	0,0000
30	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-41,674	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-21,237	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-21,237	0,000	0,0000
30	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-21,203	0,000	0,0000
30	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-623,973	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-623,844	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-623,844	0,000	0,0000
30	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-560,777	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-497,710	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-497,710	0,000	0,0000
30	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-497,551	0,000	0,0000
30	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	26,623	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	26,653	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	26,653	0,000	0,0000
30	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	40,017	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	53,382	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	53,382	0,000	0,0000
30	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	53,412	0,000	0,0000
30	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-240,935	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-240,905	0,000	0,0000
30	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-240,905	0,000	0,0000
30	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-227,540	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-214,176	0,000	0,0000
30	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-214,176	0,000	0,0000
30	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-214,146	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-21,203	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-21,132	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	-21,132	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
31	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	4,828	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	30,788	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	30,788	0,000	0,0000
31	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	30,828	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-497,551	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-497,432	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-497,432	0,000	0,0000
31	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-437,513	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-377,593	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-377,593	0,000	0,0000
31	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-377,439	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	53,412	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	53,442	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	53,442	0,000	0,0000
31	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	66,806	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	80,171	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	80,171	0,000	0,0000
31	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	80,201	0,000	0,0000
31	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-214,146	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-214,116	0,000	0,0000
31	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-214,116	0,000	0,0000
31	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-200,751	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-187,387	0,000	0,0000
31	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-187,387	0,000	0,0000
31	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-187,357	0,000	0,0000
32	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	30,828	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	30,918	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	30,918	0,000	0,0000
32	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	62,650	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	94,381	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	94,381	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
32	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	94,430	0,000	0,0000
32	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-377,439	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-377,334	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-377,334	0,000	0,0000
32	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-322,607	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-267,881	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-267,881	0,000	0,0000
32	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-267,735	0,000	0,0000
32	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	80,201	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	80,231	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	80,231	0,000	0,0000
32	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	93,595	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	106,960	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	106,960	0,000	0,0000
32	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	106,990	0,000	0,0000
32	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-187,357	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-187,327	0,000	0,0000
32	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-187,327	0,000	0,0000
32	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-173,962	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-160,598	0,000	0,0000
32	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-160,598	0,000	0,0000
32	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-160,568	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	94,430	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	94,537	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	94,537	0,000	0,0000
33	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	132,189	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	169,841	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	169,841	0,000	0,0000
33	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	169,902	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-267,735	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-267,648	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
33	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-267,648	0,000	0,0000
33	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-218,842	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-170,036	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-170,036	0,000	0,0000
33	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-169,902	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	106,990	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	107,020	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	107,020	0,000	0,0000
33	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	120,384	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	133,749	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	133,749	0,000	0,0000
33	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	133,779	0,000	0,0000
33	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-160,568	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-160,538	0,000	0,0000
33	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-160,538	0,000	0,0000
33	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-147,173	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-133,809	0,000	0,0000
33	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-133,809	0,000	0,0000
33	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-133,779	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	169,902	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	170,036	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	170,036	0,000	0,0000
34	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	218,842	0,000	0,0000
34	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	267,648	0,000	0,0000
34	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	267,648	0,000	0,0000
34	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	267,735	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-169,902	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-169,841	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-169,841	0,000	0,0000
34	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-132,189	0,000	0,0000
34	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-94,537	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
34	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-94,537	0,000	0,0000
34	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-94,430	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	133,779	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	133,809	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	133,809	0,000	0,0000
34	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	147,173	0,000	0,0000
34	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	160,538	0,000	0,0000
34	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	160,538	0,000	0,0000
34	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	160,568	0,000	0,0000
34	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-133,779	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-133,749	0,000	0,0000
34	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-133,749	0,000	0,0000
34	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-120,384	0,000	0,0000
34	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-107,020	0,000	0,0000
34	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-107,020	0,000	0,0000
34	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-106,990	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	267,735	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	267,881	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	267,881	0,000	0,0000
35	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	322,607	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	377,334	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	377,334	0,000	0,0000
35	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	377,439	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-94,430	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-94,381	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-94,381	0,000	0,0000
35	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-62,649	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-30,918	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-30,918	0,000	0,0000
35	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-30,828	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	160,568	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	160,598	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	160,598	0,000	0,0000
35	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	173,962	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	187,327	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	187,327	0,000	0,0000
35	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	187,357	0,000	0,0000
35	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-106,990	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-106,960	0,000	0,0000
35	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-106,960	0,000	0,0000
35	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-93,595	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-80,231	0,000	0,0000
35	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-80,231	0,000	0,0000
35	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-80,201	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	377,439	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	377,593	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	377,593	0,000	0,0000
36	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	437,513	0,000	0,0000
36	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	497,432	0,000	0,0000
36	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	497,432	0,000	0,0000
36	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	497,551	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-30,828	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-30,788	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-30,788	0,000	0,0000
36	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	-4,828	0,000	0,0000
36	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	21,132	0,000	0,0000
36	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	21,132	0,000	0,0000
36	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	21,203	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	187,357	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	187,387	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	187,387	0,000	0,0000
36	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	200,751	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
36	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	214,116	0,000	0,0000
36	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	214,116	0,000	0,0000
36	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	214,146	0,000	0,0000
36	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-80,201	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-80,171	0,000	0,0000
36	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-80,171	0,000	0,0000
36	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-66,806	0,000	0,0000
36	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-53,442	0,000	0,0000
36	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-53,442	0,000	0,0000
36	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-53,412	0,000	0,0000
37	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	497,551	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	497,710	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	497,710	0,000	0,0000
37	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	560,777	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	623,844	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	623,844	0,000	0,0000
37	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	623,973	0,000	0,0000
37	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	21,203	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	21,237	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	21,237	0,000	0,0000
37	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	41,674	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	62,112	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	62,112	0,000	0,0000
37	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	62,161	0,000	0,0000
37	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	214,146	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	214,176	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	214,176	0,000	0,0000
37	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	227,540	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	240,905	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	240,905	0,000	0,0000
37	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	240,935	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
37	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-53,412	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-53,382	0,000	0,0000
37	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-53,382	0,000	0,0000
37	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-40,017	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-26,653	0,000	0,0000
37	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-26,653	0,000	0,0000
37	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-26,623	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	623,973	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	624,134	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	624,134	0,000	0,0000
38	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	689,692	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	755,251	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	755,251	0,000	0,0000
38	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-25,689	755,292	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	62,161	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	62,192	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	62,192	0,000	0,0000
38	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	77,473	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	92,754	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	92,754	0,000	0,0000
38	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-236,107	92,784	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	240,935	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	240,965	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	240,965	0,000	0,0000
38	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	254,329	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	267,694	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	267,694	0,000	0,0000
38	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	-205,938	267,724	0,000	0,0000
38	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-26,623	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-26,593	0,000	0,0000
38	0,00100	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-26,593	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
38	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	-13,228	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	0,136	0,000	0,0000
38	0,88900	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	0,136	0,000	0,0000
38	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-236,931	0,166	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-243,534	-52,720	0,000	0,0000
39	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-235,997	-38,134	0,000	0,0000
39	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-228,459	-24,205	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-958,805	-437,647	0,000	0,0000
39	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-948,629	-395,378	0,000	0,0000
39	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-938,453	-354,602	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-150,916	54,437	0,000	0,0000
39	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-143,379	69,023	0,000	0,0000
39	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-135,841	82,953	0,000	0,0000
39	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-418,474	-389,923	0,000	0,0000
39	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-410,936	-367,599	0,000	0,0000
39	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-403,399	-345,818	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-228,459	-24,205	0,000	0,0000
40	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-220,922	-10,932	0,000	0,0000
40	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-213,384	1,685	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-938,453	-354,602	0,000	0,0000
40	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-928,278	-315,318	0,000	0,0000
40	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-918,102	-277,525	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-135,841	82,953	0,000	0,0000
40	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-128,304	96,226	0,000	0,0000
40	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-120,766	108,842	0,000	0,0000
40	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-403,399	-345,818	0,000	0,0000
40	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-395,861	-324,581	0,000	0,0000
40	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-388,324	-303,887	0,000	0,0000
41	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-213,384	1,685	0,000	0,0000
41	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-205,847	16,662	0,000	0,0000
41	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-198,309	33,618	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
41	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-918,102	-277,525	0,000	0,0000
41	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-907,927	-241,224	0,000	0,0000
41	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-897,751	-206,415	0,000	0,0000
41	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-120,766	108,842	0,000	0,0000
41	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-113,229	120,803	0,000	0,0000
41	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-105,691	132,106	0,000	0,0000
41	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-388,324	-303,887	0,000	0,0000
41	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-380,786	-283,736	0,000	0,0000
41	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-373,249	-264,128	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-198,309	33,618	0,000	0,0000
42	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-190,772	49,589	0,000	0,0000
42	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-183,234	64,575	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-897,751	-206,415	0,000	0,0000
42	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-887,575	-173,098	0,000	0,0000
42	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-877,400	-141,272	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-105,691	132,106	0,000	0,0000
42	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-98,154	142,754	0,000	0,0000
42	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-90,616	152,745	0,000	0,0000
42	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-373,249	-264,128	0,000	0,0000
42	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-365,711	-245,064	0,000	0,0000
42	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-358,174	-226,542	0,000	0,0000
43	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-183,234	64,575	0,000	0,0000
43	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-175,697	78,577	0,000	0,0000
43	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-168,159	91,594	0,000	0,0000
43	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-877,400	-141,272	0,000	0,0000
43	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-867,224	-110,938	0,000	0,0000
43	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-857,048	-82,096	0,000	0,0000
43	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-90,616	152,745	0,000	0,0000
43	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-83,079	162,079	0,000	0,0000
43	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-75,541	170,757	0,000	0,0000
43	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-358,174	-226,542	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
43	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-350,636	-208,565	0,000	0,0000
43	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-343,099	-191,130	0,000	0,0000
44	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-168,159	91,594	0,000	0,0000
44	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-160,622	103,626	0,000	0,0000
44	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-153,084	114,674	0,000	0,0000
44	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-857,048	-82,096	0,000	0,0000
44	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-846,873	-54,746	0,000	0,0000
44	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-836,697	-37,312	0,000	0,0000
44	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-75,541	170,757	0,000	0,0000
44	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-68,004	178,779	0,000	0,0000
44	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-60,466	186,144	0,000	0,0000
44	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-343,099	-191,130	0,000	0,0000
44	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-335,561	-174,239	0,000	0,0000
44	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-328,024	-157,891	0,000	0,0000
45	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-153,084	114,674	0,000	0,0000
45	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-145,547	125,902	0,000	0,0000
45	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-138,009	139,656	0,000	0,0000
45	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-836,697	-37,312	0,000	0,0000
45	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-826,522	-21,482	0,000	0,0000
45	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-816,346	-6,310	0,000	0,0000
45	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-60,466	186,144	0,000	0,0000
45	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-52,929	193,629	0,000	0,0000
45	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-45,391	202,799	0,000	0,0000
45	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-328,024	-157,891	0,000	0,0000
45	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-320,486	-142,862	0,000	0,0000
45	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-312,949	-130,718	0,000	0,0000
46	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-138,009	139,656	0,000	0,0000
46	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-130,472	151,918	0,000	0,0000
46	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-122,934	171,460	0,000	0,0000
46	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-816,346	-6,310	0,000	0,0000
46	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-806,170	8,207	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
46	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-795,995	13,296	0,000	0,0000
46	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-45,391	202,799	0,000	0,0000
46	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-37,854	210,974	0,000	0,0000
46	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-30,316	218,154	0,000	0,0000
46	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-312,949	-130,718	0,000	0,0000
46	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-305,411	-118,779	0,000	0,0000
46	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-297,874	-107,045	0,000	0,0000
47	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-122,934	171,460	0,000	0,0000
47	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-115,397	189,859	0,000	0,0000
47	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-107,859	206,767	0,000	0,0000
47	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-795,995	13,296	0,000	0,0000
47	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-785,819	17,379	0,000	0,0000
47	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-775,643	20,805	0,000	0,0000
47	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-30,316	218,154	0,000	0,0000
47	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-22,779	224,340	0,000	0,0000
47	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-15,241	229,532	0,000	0,0000
47	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-297,874	-107,045	0,000	0,0000
47	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-290,336	-95,517	0,000	0,0000
47	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-282,799	-84,193	0,000	0,0000
48	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-107,859	206,767	0,000	0,0000
48	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-100,322	222,183	0,000	0,0000
48	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-92,784	236,107	0,000	0,0000
48	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-775,643	20,805	0,000	0,0000
48	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-765,468	23,576	0,000	0,0000
48	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-755,292	25,689	0,000	0,0000
48	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-15,241	229,532	0,000	0,0000
48	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-7,704	233,729	0,000	0,0000
48	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-0,166	236,931	0,000	0,0000
48	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-282,799	-84,193	0,000	0,0000
48	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-275,261	-73,075	0,000	0,0000
48	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-267,724	-62,162	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
49	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	722,046	0,000	0,0000
49	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	735,563	0,000	0,0000
49	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	749,080	0,000	0,0000
49	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	218,982	0,000	0,0000
49	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	228,994	0,000	0,0000
49	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	239,007	0,000	0,0000
49	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	243,068	0,000	0,0000
49	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	253,081	0,000	0,0000
49	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	263,093	0,000	0,0000
49	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	197,621	0,000	0,0000
49	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	207,633	0,000	0,0000
49	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	217,646	0,000	0,0000
50	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	557,144	0,000	0,0000
50	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	570,661	0,000	0,0000
50	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	584,178	0,000	0,0000
50	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	118,366	0,000	0,0000
50	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	128,378	0,000	0,0000
50	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	138,391	0,000	0,0000
50	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	250,737	0,000	0,0000
50	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	260,750	0,000	0,0000
50	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	270,762	0,000	0,0000
50	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	71,190	0,000	0,0000
50	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	81,203	0,000	0,0000
50	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	91,215	0,000	0,0000
51	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	411,430	0,000	0,0000
51	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	424,947	0,000	0,0000
51	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	438,464	0,000	0,0000
51	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	35,344	0,000	0,0000
51	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	45,357	0,000	0,0000
51	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	55,369	0,000	0,0000
51	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	273,060	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
51	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	283,072	0,000	0,0000
51	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	293,085	0,000	0,0000
51	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-58,904	0,000	0,0000
51	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-48,891	0,000	0,0000
51	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-38,879	0,000	0,0000
52	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	293,476	0,000	0,0000
52	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	306,993	0,000	0,0000
52	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	320,510	0,000	0,0000
52	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-33,194	0,000	0,0000
52	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-23,182	0,000	0,0000
52	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-13,169	0,000	0,0000
52	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	271,759	0,000	0,0000
52	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	281,771	0,000	0,0000
52	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	291,784	0,000	0,0000
52	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-155,667	0,000	0,0000
52	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-145,654	0,000	0,0000
52	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-135,642	0,000	0,0000
53	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	187,046	0,000	0,0000
53	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	200,563	0,000	0,0000
53	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	214,080	0,000	0,0000
53	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-116,399	0,000	0,0000
53	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-106,386	0,000	0,0000
53	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-96,374	0,000	0,0000
53	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	248,909	0,000	0,0000
53	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	258,921	0,000	0,0000
53	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	268,934	0,000	0,0000
53	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-224,329	0,000	0,0000
53	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-214,317	0,000	0,0000
53	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-204,304	0,000	0,0000
54	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	96,374	0,000	0,0000
54	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	106,387	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	StepType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m
54	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	116,399	0,000	0,0000
54	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-214,080	0,000	0,0000
54	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-200,563	0,000	0,0000
54	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-187,046	0,000	0,0000
54	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	204,304	0,000	0,0000
54	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	214,317	0,000	0,0000
54	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	224,329	0,000	0,0000
54	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-268,934	0,000	0,0000
54	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-258,921	0,000	0,0000
54	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-248,909	0,000	0,0000
55	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	13,169	0,000	0,0000
55	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	23,182	0,000	0,0000
55	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	33,194	0,000	0,0000
55	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-320,509	0,000	0,0000
55	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-306,992	0,000	0,0000
55	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-293,476	0,000	0,0000
55	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	135,642	0,000	0,0000
55	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	145,654	0,000	0,0000
55	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	155,667	0,000	0,0000
55	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-291,784	0,000	0,0000
55	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-281,771	0,000	0,0000
55	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-271,759	0,000	0,0000
56	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-55,369	0,000	0,0000
56	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-45,357	0,000	0,0000
56	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-35,344	0,000	0,0000
56	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-438,464	0,000	0,0000
56	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-424,947	0,000	0,0000
56	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-411,430	0,000	0,0000
56	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	38,879	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

56	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	48,891	0,000	0,0000
56	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	58,904	0,000	0,0000
56	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-293,085	0,000	0,0000
56	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-283,072	0,000	0,0000
56	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-273,060	0,000	0,0000
57	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-138,391	0,000	0,0000
57	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-128,378	0,000	0,0000
57	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-118,366	0,000	0,0000
57	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-584,177	0,000	0,0000
57	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-570,660	0,000	0,0000
57	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-557,143	0,000	0,0000
57	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	-91,215	0,000	0,0000
57	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	-81,203	0,000	0,0000
57	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	-71,190	0,000	0,0000
57	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-270,762	0,000	0,0000
57	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-260,750	0,000	0,0000
57	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-250,737	0,000	0,0000
58	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-239,007	0,000	0,0000
58	0,44500	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-228,994	0,000	0,0000
58	0,89000	ELU persistente	Combination	Max	-52,720	-218,982	0,000	0,0000
58	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-749,080	0,000	0,0000
58	0,44500	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-735,563	0,000	0,0000
58	0,89000	ELU persistente	Combination	Min	-437,647	-722,046	0,000	0,0000
58	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	-217,646	0,000	0,0000
58	0,44500	ELU accidental	Combination	Max	54,437	-207,633	0,000	0,0000
58	0,89000	ELU accidental	Combination	Max	54,437	-197,621	0,000	0,0000
58	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-263,093	0,000	0,0000
58	0,44500	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-253,081	0,000	0,0000
58	0,89000	ELU accidental	Combination	Min	-389,923	-243,068	0,000	0,0000
59	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-243,534	437,647	0,000	0,0000
59	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-235,997	395,378	0,000	0,0000
59	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-228,459	354,602	0,000	0,0000
59	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-958,805	52,720	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

59	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-948,629	38,134	0,000	0,0000
59	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-938,454	24,205	0,000	0,0000
59	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-150,916	389,923	0,000	0,0000
59	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-143,379	367,599	0,000	0,0000
59	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-135,841	345,818	0,000	0,0000
59	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-418,474	-54,437	0,000	0,0000
59	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-410,936	-69,023	0,000	0,0000
59	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-403,399	-82,953	0,000	0,0000
60	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-228,459	354,602	0,000	0,0000
60	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-220,922	315,318	0,000	0,0000
60	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-213,384	277,525	0,000	0,0000
60	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-938,454	24,205	0,000	0,0000
60	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-928,278	10,932	0,000	0,0000
60	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-918,102	-1,685	0,000	0,0000
60	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-135,841	345,818	0,000	0,0000
60	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-128,304	324,581	0,000	0,0000
60	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-120,766	303,887	0,000	0,0000
60	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-403,399	-82,953	0,000	0,0000
60	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-395,861	-96,226	0,000	0,0000
60	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-388,324	-108,842	0,000	0,0000
61	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-213,384	277,525	0,000	0,0000
61	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-205,847	241,224	0,000	0,0000
61	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-198,309	206,415	0,000	0,0000
61	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-918,102	-1,685	0,000	0,0000
61	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-907,927	-16,662	0,000	0,0000
61	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-897,751	-33,618	0,000	0,0000
61	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-120,766	303,887	0,000	0,0000
61	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-113,229	283,736	0,000	0,0000
61	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-105,691	264,128	0,000	0,0000
61	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-388,324	-108,842	0,000	0,0000
61	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-380,786	-120,803	0,000	0,0000
61	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-373,249	-132,106	0,000	0,0000
62	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-198,309	206,415	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

62	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-190,772	173,098	0,000	0,0000
62	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-183,234	141,272	0,000	0,0000
62	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-897,751	-33,618	0,000	0,0000
62	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-887,576	-49,589	0,000	0,0000
62	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-877,400	-64,575	0,000	0,0000
62	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-105,691	264,128	0,000	0,0000
62	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-98,154	245,064	0,000	0,0000
62	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-90,616	226,542	0,000	0,0000
62	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-373,249	-132,106	0,000	0,0000
62	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-365,711	-142,754	0,000	0,0000
62	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-358,174	-152,745	0,000	0,0000
63	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-183,234	141,272	0,000	0,0000
63	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-175,697	110,938	0,000	0,0000
63	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-168,159	82,096	0,000	0,0000
63	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-877,400	-64,575	0,000	0,0000
63	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-867,224	-78,577	0,000	0,0000
63	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-857,049	-91,594	0,000	0,0000
63	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-90,616	226,542	0,000	0,0000
63	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-83,079	208,565	0,000	0,0000
63	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-75,541	191,130	0,000	0,0000
63	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-358,174	-152,745	0,000	0,0000
63	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-350,636	-162,079	0,000	0,0000
63	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-343,099	-170,757	0,000	0,0000
64	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-168,159	82,096	0,000	0,0000
64	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-160,622	54,746	0,000	0,0000
64	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-153,084	37,312	0,000	0,0000
64	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-857,049	-91,594	0,000	0,0000
64	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-846,873	-103,626	0,000	0,0000
64	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-836,697	-114,674	0,000	0,0000
64	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-75,541	191,130	0,000	0,0000
64	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-68,004	174,239	0,000	0,0000
64	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-60,466	157,891	0,000	0,0000
64	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-343,099	-170,757	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

64	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-335,561	-178,779	0,000	0,0000
64	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-328,024	-186,144	0,000	0,0000
65	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-153,084	37,312	0,000	0,0000
65	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-145,547	21,482	0,000	0,0000
65	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-138,009	6,310	0,000	0,0000
65	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-836,697	-114,674	0,000	0,0000
65	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-826,522	-125,902	0,000	0,0000
65	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-816,346	-139,656	0,000	0,0000
65	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-60,466	157,891	0,000	0,0000
65	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-52,929	142,862	0,000	0,0000
65	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-45,391	130,718	0,000	0,0000
65	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-328,024	-186,144	0,000	0,0000
65	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-320,486	-193,629	0,000	0,0000
65	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-312,949	-202,799	0,000	0,0000
66	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-138,009	6,310	0,000	0,0000
66	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-130,472	-8,207	0,000	0,0000
66	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-122,934	-13,296	0,000	0,0000
66	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-816,346	-139,656	0,000	0,0000
66	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-806,171	-151,918	0,000	0,0000
66	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-795,995	-171,460	0,000	0,0000
66	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-45,391	130,718	0,000	0,0000
66	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-37,854	118,779	0,000	0,0000
66	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-30,316	107,045	0,000	0,0000
66	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-312,949	-202,799	0,000	0,0000
66	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-305,411	-210,974	0,000	0,0000
66	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-297,874	-218,154	0,000	0,0000
67	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-122,934	-13,296	0,000	0,0000
67	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-115,397	-17,379	0,000	0,0000
67	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-107,859	-20,805	0,000	0,0000
67	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-795,995	-171,460	0,000	0,0000
67	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-785,819	-189,859	0,000	0,0000
67	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-775,644	-206,767	0,000	0,0000
67	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-30,316	107,045	0,000	0,0000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

67	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-22,779	95,517	0,000	0,0000
67	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-15,241	84,193	0,000	0,0000
67	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-297,874	-218,154	0,000	0,0000
67	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-290,336	-224,340	0,000	0,0000
67	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-282,799	-229,532	0,000	0,0000
68	0,00000	ELU persistente	Combination	Max	-107,859	-20,805	0,000	0,0000
68	0,33500	ELU persistente	Combination	Max	-100,322	-23,576	0,000	0,0000
68	0,67000	ELU persistente	Combination	Max	-92,784	-25,689	0,000	0,0000
68	0,00000	ELU persistente	Combination	Min	-775,644	-206,767	0,000	0,0000
68	0,33500	ELU persistente	Combination	Min	-765,468	-222,183	0,000	0,0000
68	0,67000	ELU persistente	Combination	Min	-755,292	-236,107	0,000	0,0000
68	0,00000	ELU accidental	Combination	Max	-15,241	84,193	0,000	0,0000
68	0,33500	ELU accidental	Combination	Max	-7,704	73,075	0,000	0,0000
68	0,67000	ELU accidental	Combination	Max	-0,166	62,162	0,000	0,0000
68	0,00000	ELU accidental	Combination	Min	-282,799	-229,532	0,000	0,0000
68	0,33500	ELU accidental	Combination	Min	-275,261	-233,729	0,000	0,0000
68	0,67000	ELU accidental	Combination	Min	-267,724	-236,931	0,000	0,0000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2							
Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
29	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-1,5963	29-1	0,00000
29	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	-1,4989	29-1	0,00100
29	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	-1,4989	29-1	0,00100
29	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	77,8114	29-1	0,44500
29	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	154,5288	29-1	0,88900
29	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	154,5288	29-1	0,88900
29	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	154,8111	29-1	0,89000
29	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-865,3030	29-1	0,00000
29	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-864,5915	29-1	0,00100
29	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-864,5915	29-1	0,00100
29	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-600,1933	29-1	0,44500
29	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-347,3713	29-1	0,88900

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
29	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-347,3713	29-1	0,88900
29	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-346,9611	29-1	0,89000
29	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	441,8680	29-1	0,00000
29	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	441,8681	29-1	0,00100
29	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	441,8681	29-1	0,00100
29	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	438,9617	29-1	0,44500
29	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	430,1214	29-1	0,88900
29	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	430,1214	29-1	0,88900
29	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	430,0948	29-1	0,89000
29	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-748,7630	29-1	0,00000
29	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-748,4953	29-1	0,00100
29	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-748,4953	29-1	0,00100
29	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-632,6062	29-1	0,44500
29	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-522,6509	29-1	0,88900
29	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-522,6509	29-1	0,88900
29	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-522,4099	29-1	0,89000
30	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	154,8111	30-1	0,00000
30	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	155,0935	30-1	0,00100
30	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	155,0935	30-1	0,00100
30	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	307,6402	30-1	0,44500
30	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	451,9515	30-1	0,88900
30	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	451,9515	30-1	0,88900
30	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	452,3241	30-1	0,89000
30	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-346,9611	30-1	0,00000
30	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-346,5512	30-1	0,00100
30	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-346,5512	30-1	0,00100
30	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-223,7370	30-1	0,44500
30	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-106,8567	30-1	0,88900
30	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-106,8567	30-1	0,88900
30	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-106,7293	30-1	0,89000
30	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	430,0948	30-1	0,00000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
30	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	430,0682	30-1	0,00100
30	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	430,0682	30-1	0,00100
30	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	415,2674	30-1	0,44500
30	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	394,5329	30-1	0,88900
30	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	394,5329	30-1	0,88900
30	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	394,4795	30-1	0,89000
30	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-522,4099	30-1	0,00000
30	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-522,1690	30-1	0,00100
30	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-522,1690	30-1	0,00100
30	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-418,1742	30-1	0,44500
30	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-320,1133	30-1	0,88900
30	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-320,1133	30-1	0,88900
30	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-319,8991	30-1	0,89000
31	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	452,3241	31-1	0,00000
31	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	452,7061	31-1	0,00100
31	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	452,7061	31-1	0,00100
31	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	597,6513	31-1	0,44500
31	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	736,7442	31-1	0,88900
31	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	736,7442	31-1	0,88900
31	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	736,9928	31-1	0,89000
31	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-106,7293	31-1	0,00000
31	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-106,6023	31-1	0,00100
31	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-106,6023	31-1	0,00100
31	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-55,6344	31-1	0,44500
31	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-10,6002	31-1	0,88900
31	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-10,6002	31-1	0,88900
31	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-10,5055	31-1	0,89000
31	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	394,4795	31-1	0,00000
31	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	394,4260	31-1	0,00100
31	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	394,4260	31-1	0,00100
31	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	367,7310	31-1	0,44500

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
31	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	335,1021	31-1	0,88900
31	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	335,1021	31-1	0,88900
31	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	335,0219	31-1	0,89000
31	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-319,8991	31-1	0,00000
31	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-319,6850	31-1	0,00100
31	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-319,6850	31-1	0,00100
31	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-227,5845	31-1	0,44500
31	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-141,4179	31-1	0,88900
31	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-141,4179	31-1	0,88900
31	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-141,2305	31-1	0,89000
32	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	736,9928	32-1	0,00000
32	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	737,2495	32-1	0,00100
32	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	737,2495	32-1	0,00100
32	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	822,4101	32-1	0,44500
32	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	899,3352	32-1	0,88900
32	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	899,3352	32-1	0,88900
32	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	899,4440	32-1	0,89000
32	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-10,5055	32-1	0,00000
32	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-10,4108	32-1	0,00100
32	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-10,4108	32-1	0,00100
32	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	28,6424	32-1	0,44500
32	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	59,2241	32-1	0,88900
32	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	59,2241	32-1	0,88900
32	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	59,2789	32-1	0,89000
32	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	335,0219	32-1	0,00000
32	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	334,9417	32-1	0,00100
32	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	334,9417	32-1	0,00100
32	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	296,3523	32-1	0,44500
32	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	253,5209	32-1	0,88900
32	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	253,5209	32-1	0,88900
32	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	253,4227	32-1	0,89000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
32	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-141,2305	32-1	0,00000
32	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-141,0431	32-1	0,00100
32	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-141,0431	32-1	0,00100
32	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-60,8370	32-1	0,44500
32	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	11,7435	32-1	0,88900
32	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	11,7435	32-1	0,88900
32	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	11,8953	32-1	0,89000
33	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	899,4440	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	899,5604	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	899,5604	33-1	0,00100
33	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	931,5873	33-1	0,44500
33	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	958,6847	33-1	0,88900
33	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	958,6847	33-1	0,88900
33	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	958,6810	33-1	0,89000
33	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	59,2789	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	59,3336	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	59,3336	33-1	0,00100
33	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	71,5535	33-1	0,44500
33	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	74,5338	33-1	0,88900
33	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	74,5338	33-1	0,88900
33	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	74,5338	33-1	0,89000
33	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	253,4227	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	253,3245	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	253,3245	33-1	0,00100
33	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	206,7288	33-1	0,44500
33	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	154,1993	33-1	0,88900
33	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	154,1993	33-1	0,88900
33	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	154,0743	33-1	0,89000
33	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	11,8953	33-1	0,00000
33	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	12,0471	33-1	0,00100
33	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	12,0471	33-1	0,00100

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
33	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	76,4709	33-1	0,44500
33	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	134,9609	33-1	0,88900
33	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	134,9609	33-1	0,88900
33	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	135,0859	33-1	0,89000
34	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	958,6810	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	958,6847	34-1	0,00100
34	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	958,6847	34-1	0,00100
34	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	931,5873	34-1	0,44500
34	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	899,5604	34-1	0,88900
34	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	899,5604	34-1	0,88900
34	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	899,4440	34-1	0,89000
34	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	74,5338	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	74,5338	34-1	0,00100
34	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	74,5338	34-1	0,00100
34	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	71,5535	34-1	0,44500
34	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	59,3336	34-1	0,88900
34	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	59,3336	34-1	0,88900
34	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	59,2789	34-1	0,89000
34	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	154,0743	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	154,1993	34-1	0,00100
34	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	154,1993	34-1	0,00100
34	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	206,7288	34-1	0,44500
34	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	253,3245	34-1	0,88900
34	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	253,3245	34-1	0,88900
34	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	253,4227	34-1	0,89000
34	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	135,0859	34-1	0,00000
34	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	134,9609	34-1	0,00100
34	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	134,9609	34-1	0,00100
34	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	76,4709	34-1	0,44500
34	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	12,0471	34-1	0,88900
34	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	12,0471	34-1	0,88900

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
34	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	11,8953	34-1	0,89000
35	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	899,4440	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	899,3352	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	899,3352	35-1	0,00100
35	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	822,4094	35-1	0,44500
35	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	737,2482	35-1	0,88900
35	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	737,2482	35-1	0,88900
35	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	736,9915	35-1	0,89000
35	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	59,2789	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	59,2241	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	59,2241	35-1	0,00100
35	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	28,6424	35-1	0,44500
35	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-10,4108	35-1	0,88900
35	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-10,4108	35-1	0,88900
35	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-10,5055	35-1	0,89000
35	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	253,4227	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	253,5209	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	253,5209	35-1	0,00100
35	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	296,3523	35-1	0,44500
35	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	334,9417	35-1	0,88900
35	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	334,9417	35-1	0,88900
35	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	335,0219	35-1	0,89000
35	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	11,8953	35-1	0,00000
35	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	11,7435	35-1	0,00100
35	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	11,7435	35-1	0,00100
35	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-60,8370	35-1	0,44500
35	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-141,0431	35-1	0,88900
35	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-141,0431	35-1	0,88900
35	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-141,2305	35-1	0,89000
36	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	736,9915	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	736,7429	36-1	0,00100

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
36	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	736,7429	36-1	0,00100
36	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	597,6495	36-1	0,44500
36	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	452,7037	36-1	0,88900
36	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	452,7037	36-1	0,88900
36	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	452,3217	36-1	0,89000
36	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-10,5055	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-10,6002	36-1	0,00100
36	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-10,6002	36-1	0,00100
36	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-55,6344	36-1	0,44500
36	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-106,6023	36-1	0,88900
36	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-106,6023	36-1	0,88900
36	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-106,7293	36-1	0,89000
36	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	335,0219	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	335,1021	36-1	0,00100
36	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	335,1021	36-1	0,00100
36	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	367,7310	36-1	0,44500
36	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	394,4260	36-1	0,88900
36	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	394,4260	36-1	0,88900
36	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	394,4795	36-1	0,89000
36	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-141,2305	36-1	0,00000
36	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-141,4179	36-1	0,00100
36	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-141,4179	36-1	0,00100
36	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-227,5845	36-1	0,44500
36	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-319,6850	36-1	0,88900
36	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-319,6850	36-1	0,88900
36	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-319,8991	36-1	0,89000
37	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	452,3217	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	451,9490	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	451,9490	37-1	0,00100
37	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	307,6390	37-1	0,44500
37	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	155,0935	37-1	0,88900

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
37	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	155,0935	37-1	0,88900
37	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	154,8111	37-1	0,89000
37	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-106,7293	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-106,8567	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-106,8567	37-1	0,00100
37	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-223,7380	37-1	0,44500
37	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-346,5531	37-1	0,88900
37	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-346,5531	37-1	0,88900
37	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-346,9630	37-1	0,89000
37	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	394,4795	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	394,5329	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	394,5329	37-1	0,00100
37	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	415,2674	37-1	0,44500
37	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	430,0682	37-1	0,88900
37	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	430,0682	37-1	0,88900
37	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	430,0948	37-1	0,89000
37	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-319,8991	37-1	0,00000
37	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-320,1133	37-1	0,00100
37	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-320,1133	37-1	0,00100
37	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-418,1742	37-1	0,44500
37	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-522,1690	37-1	0,88900
37	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-522,1690	37-1	0,88900
37	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-522,4099	37-1	0,89000
38	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	154,8111	38-1	0,00000
38	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	154,5288	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU persistente	Max	0,0000	154,5288	38-1	0,00100
38	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	77,8114	38-1	0,44500
38	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	-1,4989	38-1	0,88900
38	0,88900	ELU persistente	Max	0,0000	-1,4989	38-1	0,88900
38	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	-1,5963	38-1	0,89000
38	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-346,9630	38-1	0,00000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADASPASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
38	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-347,3732	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU persistente	Min	0,0000	-347,3732	38-1	0,00100
38	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-600,1954	38-1	0,44500
38	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-864,5938	38-1	0,88900
38	0,88900	ELU persistente	Min	0,0000	-864,5938	38-1	0,88900
38	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-865,3053	38-1	0,89000
38	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	430,0948	38-1	0,00000
38	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	430,1214	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU accidental	Max	0,0000	430,1214	38-1	0,00100
38	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	438,9617	38-1	0,44500
38	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	441,8681	38-1	0,88900
38	0,88900	ELU accidental	Max	0,0000	441,8681	38-1	0,88900
38	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	441,8680	38-1	0,89000
38	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-522,4099	38-1	0,00000
38	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-522,6509	38-1	0,00100
38	0,00100	ELU accidental	Min	0,0000	-522,6509	38-1	0,00100
38	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-632,6062	38-1	0,44500
38	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-748,4953	38-1	0,88900
38	0,88900	ELU accidental	Min	0,0000	-748,4953	38-1	0,88900
38	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-748,7630	38-1	0,89000
39	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-47,6578	39-1	0,00000
39	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	-14,5420	39-1	0,33500
39	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	11,4093	39-1	0,67000
39	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-1027,3952	39-1	0,00000
39	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-896,6261	39-1	0,33500
39	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-779,7669	39-1	0,67000
39	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	322,0098	39-1	0,00000
39	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	301,3120	39-1	0,33500
39	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	275,8377	39-1	0,67000
39	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-899,3704	39-1	0,00000
39	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-772,5005	39-1	0,33500

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
39	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-653,0183	39-1	0,67000
40	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	11,4093	40-1	0,00000
40	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	30,5259	40-1	0,33500
40	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	43,1377	40-1	0,67000
40	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-779,7669	40-1	0,00000
40	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-676,3179	40-1	0,33500
40	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-608,9466	40-1	0,67000
40	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	275,8377	40-1	0,00000
40	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	245,8071	40-1	0,33500
40	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	211,4399	40-1	0,67000
40	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-653,0183	40-1	0,00000
40	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-540,7416	40-1	0,33500
40	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-435,4885	40-1	0,67000
41	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	43,1377	41-1	0,00000
41	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	63,0393	41-1	0,33500
41	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	96,0824	41-1	0,67000
41	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-608,9466	41-1	0,00000
41	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-558,3789	41-1	0,33500
41	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-530,4341	41-1	0,67000
41	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	211,4399	41-1	0,00000
41	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	181,9325	41-1	0,33500
41	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	150,7389	41-1	0,67000
41	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-435,4885	41-1	0,00000
41	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-346,0534	41-1	0,33500
41	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-265,4885	41-1	0,67000
42	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	96,0824	42-1	0,00000
42	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	131,1863	42-1	0,33500
42	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	155,3787	42-1	0,67000
42	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-530,4341	42-1	0,00000
42	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-519,8356	42-1	0,33500
42	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-512,6941	42-1	0,67000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
42	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	150,7389	42-1	0,00000
42	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	113,9748	42-1	0,33500
42	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	71,9733	42-1	0,67000
42	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-265,4885	42-1	0,00000
42	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-189,5074	42-1	0,33500
42	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-118,0414	42-1	0,67000
43	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	155,3787	43-1	0,00000
43	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	169,1594	43-1	0,33500
43	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	173,0283	43-1	0,67000
43	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-512,6941	43-1	0,00000
43	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-509,2655	43-1	0,33500
43	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-508,8541	43-1	0,67000
43	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	71,9733	43-1	0,00000
43	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	25,0675	43-1	0,33500
43	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	62,1781	43-1	0,67000
43	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-118,0414	43-1	0,00000
43	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-51,0217	43-1	0,33500
43	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-76,9671	43-1	0,67000
44	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	173,0283	44-1	0,00000
44	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	179,6156	44-1	0,33500
44	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	188,1063	44-1	0,67000
44	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-508,8541	44-1	0,00000
44	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-521,0038	44-1	0,33500
44	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-541,3700	44-1	0,67000
44	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	62,1781	44-1	0,00000
44	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	119,9113	44-1	0,33500
44	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	175,5278	44-1	0,67000
44	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-76,9671	44-1	0,00000
44	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-132,0818	44-1	0,33500
44	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-193,2248	44-1	0,67000
45	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	188,1063	45-1	0,00000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
45	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	188,1843	45-1	0,33500
45	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	180,3494	45-1	0,67000
45	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-541,3700	45-1	0,00000
45	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-564,2251	45-1	0,33500
45	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-589,2176	45-1	0,67000
45	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	175,5278	45-1	0,00000
45	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	225,7588	45-1	0,33500
45	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	270,7862	45-1	0,67000
45	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-193,2248	45-1	0,00000
45	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-256,7252	45-1	0,33500
45	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-322,3631	45-1	0,67000
46	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	180,3494	46-1	0,00000
46	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	165,1449	46-1	0,33500
46	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	143,0269	46-1	0,67000
46	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-589,2176	46-1	0,00000
46	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-624,0572	46-1	0,33500
46	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-668,1728	46-1	0,67000
46	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	270,7862	46-1	0,00000
46	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	310,7921	46-1	0,33500
46	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	345,9584	46-1	0,67000
46	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-322,3631	46-1	0,00000
46	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-389,9185	46-1	0,33500
46	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-459,1717	46-1	0,67000
47	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	143,0269	47-1	0,00000
47	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	115,0128	47-1	0,33500
47	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	81,0847	47-1	0,67000
47	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-668,1728	47-1	0,00000
47	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-714,8161	47-1	0,33500
47	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-763,3463	47-1	0,67000
47	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	345,9584	47-1	0,00000
47	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	376,4671	47-1	0,33500

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
47	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	402,5003	47-1	0,67000
47	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-459,1717	47-1	0,00000
47	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-529,9026	47-1	0,33500
47	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-601,8914	47-1	0,67000
48	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	81,0847	48-1	0,00000
48	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	42,2014	48-1	0,33500
48	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	-1,5963	48-1	0,67000
48	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-763,3463	48-1	0,00000
48	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-813,7111	48-1	0,33500
48	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-865,3030	48-1	0,67000
48	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	402,5003	48-1	0,00000
48	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	424,2399	48-1	0,33500
48	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	441,8680	48-1	0,67000
48	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-601,8914	48-1	0,00000
48	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-674,9181	48-1	0,33500
48	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-748,7630	48-1	0,67000
49	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1027,3973	49-1	0,00000
49	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	742,6327	49-1	0,44500
49	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	451,8531	49-1	0,89000
49	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	47,6578	49-1	0,00000
49	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-80,9673	49-1	0,44500
49	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-214,0480	49-1	0,89000
49	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	899,3704	49-1	0,00000
49	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	807,9529	49-1	0,44500
49	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	712,0799	49-1	0,89000
49	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-322,0098	49-1	0,00000
49	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-431,1545	49-1	0,44500
49	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-544,7548	49-1	0,89000
50	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	451,8531	50-1	0,00000
50	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	332,3389	50-1	0,44500
50	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	213,8248	50-1	0,89000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
50	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-214,0480	50-1	0,00000
50	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-409,3575	50-1	0,44500
50	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-616,1376	50-1	0,89000
50	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	712,0799	50-1	0,00000
50	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	598,2740	50-1	0,44500
50	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	480,0125	50-1	0,89000
50	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-544,7548	50-1	0,00000
50	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-578,6623	50-1	0,44500
50	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-617,0254	50-1	0,89000
51	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	213,8248	51-1	0,00000
51	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	126,2196	51-1	0,44500
51	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	34,1588	51-1	0,89000
51	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-616,1376	51-1	0,00000
51	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-731,6571	51-1	0,44500
51	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-853,1916	51-1	0,89000
51	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	480,0125	51-1	0,00000
51	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	356,2732	51-1	0,44500
51	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	228,0784	51-1	0,89000
51	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-617,0254	51-1	0,00000
51	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-593,0410	51-1	0,44500
51	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-573,5121	51-1	0,89000
52	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	34,1588	52-1	0,00000
52	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	-35,9754	52-1	0,44500
52	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	-110,5651	52-1	0,89000
52	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-853,1916	52-1	0,00000
52	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-892,3808	52-1	0,44500
52	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-938,6374	52-1	0,89000
52	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	228,0784	52-1	0,00000
52	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	104,9180	52-1	0,44500
52	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	-22,6979	52-1	0,89000
52	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-573,5121	52-1	0,00000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
52	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-506,4682	52-1	0,44500
52	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-443,8799	52-1	0,89000
53	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-110,5651	53-1	0,00000
53	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	-163,6089	53-1	0,44500
53	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	-188,5002	53-1	0,89000
53	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-938,6374	53-1	0,00000
53	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-928,6185	53-1	0,44500
53	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-943,2229	53-1	0,89000
53	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-22,6979	53-1	0,00000
53	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	-135,6902	53-1	0,44500
53	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	-243,8049	53-1	0,89000
53	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-443,8799	53-1	0,00000
53	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-346,2812	53-1	0,44500
53	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-262,4711	53-1	0,89000
54	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-188,5002	54-1	0,00000
54	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	-163,6089	54-1	0,44500
54	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	-110,5651	54-1	0,89000
54	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-943,2234	54-1	0,00000
54	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-928,6189	54-1	0,44500
54	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-938,6377	54-1	0,89000
54	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-243,8049	54-1	0,00000
54	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	-135,6902	54-1	0,44500
54	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	-22,6979	54-1	0,89000
54	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-262,4711	54-1	0,00000
54	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-346,2812	54-1	0,44500
54	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-443,8799	54-1	0,89000
55	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	-110,5651	55-1	0,00000
55	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	-35,9754	55-1	0,44500
55	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	34,1588	55-1	0,89000
55	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-938,6377	55-1	0,00000
55	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-892,3813	55-1	0,44500

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
55	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-853,1923	55-1	0,89000
55	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	-22,6979	55-1	0,00000
55	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	104,9180	55-1	0,44500
55	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	228,0784	55-1	0,89000
55	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-443,8799	55-1	0,00000
55	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-506,4682	55-1	0,44500
55	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-573,5121	55-1	0,89000
56	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	34,1588	56-1	0,00000
56	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	126,2196	56-1	0,44500
56	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	213,8248	56-1	0,89000
56	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-853,1923	56-1	0,00000
56	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-731,6573	56-1	0,44500
56	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-616,1373	56-1	0,89000
56	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	228,0784	56-1	0,00000
56	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	356,2732	56-1	0,44500
56	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	480,0125	56-1	0,89000
56	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-573,5121	56-1	0,00000
56	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-593,0410	56-1	0,44500
56	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-617,0254	56-1	0,89000
57	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	213,8248	57-1	0,00000
57	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	332,3383	57-1	0,44500
57	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	451,8519	57-1	0,89000
57	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-616,1373	57-1	0,00000
57	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-409,3580	57-1	0,44500
57	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	-214,0493	57-1	0,89000
57	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	480,0125	57-1	0,00000
57	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	598,2740	57-1	0,44500
57	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	712,0799	57-1	0,89000
57	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-617,0254	57-1	0,00000
57	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-578,6623	57-1	0,44500
57	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-544,7548	57-1	0,89000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
58	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	451,8519	58-1	0,00000
58	0,44500	ELU persistente	Max	0,0000	742,6310	58-1	0,44500
58	0,89000	ELU persistente	Max	0,0000	1027,3952	58-1	0,89000
58	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-214,0493	58-1	0,00000
58	0,44500	ELU persistente	Min	0,0000	-80,9680	58-1	0,44500
58	0,89000	ELU persistente	Min	0,0000	47,6578	58-1	0,89000
58	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	712,0799	58-1	0,00000
58	0,44500	ELU accidental	Max	0,0000	807,9529	58-1	0,44500
58	0,89000	ELU accidental	Max	0,0000	899,3704	58-1	0,89000
58	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-544,7548	58-1	0,00000
58	0,44500	ELU accidental	Min	0,0000	-431,1545	58-1	0,44500
58	0,89000	ELU accidental	Min	0,0000	-322,0098	58-1	0,89000
59	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	1027,3973	59-1	0,00000
59	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	896,6280	59-1	0,33500
59	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	779,7686	59-1	0,67000
59	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	47,6578	59-1	0,00000
59	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	14,5420	59-1	0,33500
59	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-11,4093	59-1	0,67000
59	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	899,3704	59-1	0,00000
59	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	772,5005	59-1	0,33500
59	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	653,0183	59-1	0,67000
59	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-322,0098	59-1	0,00000
59	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-301,3120	59-1	0,33500
59	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-275,8377	59-1	0,67000
60	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	779,7686	60-1	0,00000
60	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	676,3197	60-1	0,33500
60	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	608,9484	60-1	0,67000
60	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-11,4093	60-1	0,00000
60	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-30,5259	60-1	0,33500
60	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-43,1377	60-1	0,67000
60	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	653,0183	60-1	0,00000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
60	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	540,7416	60-1	0,33500
60	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	435,4885	60-1	0,67000
60	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-275,8377	60-1	0,00000
60	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-245,8071	60-1	0,33500
60	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-211,4399	60-1	0,67000
61	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	608,9484	61-1	0,00000
61	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	558,3807	61-1	0,33500
61	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	530,4360	61-1	0,67000
61	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-43,1377	61-1	0,00000
61	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-63,0393	61-1	0,33500
61	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-96,0824	61-1	0,67000
61	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	435,4885	61-1	0,00000
61	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	346,0534	61-1	0,33500
61	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	265,4885	61-1	0,67000
61	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-211,4399	61-1	0,00000
61	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-181,9325	61-1	0,33500
61	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-150,7389	61-1	0,67000
62	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	530,4360	62-1	0,00000
62	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	519,8374	62-1	0,33500
62	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	512,6957	62-1	0,67000
62	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-96,0824	62-1	0,00000
62	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-131,1863	62-1	0,33500
62	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-155,3787	62-1	0,67000
62	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	265,4885	62-1	0,00000
62	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	189,5074	62-1	0,33500
62	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	118,0414	62-1	0,67000
62	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-150,7389	62-1	0,00000
62	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-113,9748	62-1	0,33500
62	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-71,9733	62-1	0,67000
63	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	512,6957	63-1	0,00000
63	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	509,2672	63-1	0,33500

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
63	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	508,8559	63-1	0,67000
63	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-155,3787	63-1	0,00000
63	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-169,1594	63-1	0,33500
63	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-173,0283	63-1	0,67000
63	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	118,0414	63-1	0,00000
63	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	51,0217	63-1	0,33500
63	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	76,9671	63-1	0,67000
63	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-71,9733	63-1	0,00000
63	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-25,0675	63-1	0,33500
63	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-62,1781	63-1	0,67000
64	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	508,8559	64-1	0,00000
64	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	521,0054	64-1	0,33500
64	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	541,3716	64-1	0,67000
64	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-173,0283	64-1	0,00000
64	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-179,6156	64-1	0,33500
64	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-188,1063	64-1	0,67000
64	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	76,9671	64-1	0,00000
64	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	132,0818	64-1	0,33500
64	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	193,2248	64-1	0,67000
64	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-62,1781	64-1	0,00000
64	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-119,9113	64-1	0,33500
64	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-175,5278	64-1	0,67000
65	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	541,3716	65-1	0,00000
65	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	564,2268	65-1	0,33500
65	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	589,2195	65-1	0,67000
65	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-188,1063	65-1	0,00000
65	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-188,1843	65-1	0,33500
65	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-180,3494	65-1	0,67000
65	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	193,2248	65-1	0,00000
65	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	256,7252	65-1	0,33500
65	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	322,3631	65-1	0,67000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
65	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-175,5278	65-1	0,00000
65	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-225,7588	65-1	0,33500
65	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-270,7862	65-1	0,67000
66	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	589,2195	66-1	0,00000
66	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	624,0591	66-1	0,33500
66	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	668,1748	66-1	0,67000
66	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-180,3494	66-1	0,00000
66	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-165,1449	66-1	0,33500
66	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-143,0269	66-1	0,67000
66	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	322,3631	66-1	0,00000
66	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	389,9185	66-1	0,33500
66	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	459,1717	66-1	0,67000
66	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-270,7862	66-1	0,00000
66	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-310,7921	66-1	0,33500
66	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-345,9584	66-1	0,67000
67	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	668,1748	67-1	0,00000
67	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	714,8183	67-1	0,33500
67	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	763,3486	67-1	0,67000
67	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-143,0269	67-1	0,00000
67	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-115,0128	67-1	0,33500
67	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	-81,0847	67-1	0,67000
67	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	459,1717	67-1	0,00000
67	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	529,9026	67-1	0,33500
67	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	601,8914	67-1	0,67000
67	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-345,9584	67-1	0,00000
67	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-376,4671	67-1	0,33500
67	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-402,5003	67-1	0,67000
68	0,00000	ELU persistente	Max	0,0000	763,3486	68-1	0,00000
68	0,33500	ELU persistente	Max	0,0000	813,7134	68-1	0,33500
68	0,67000	ELU persistente	Max	0,0000	865,3053	68-1	0,67000
68	0,00000	ELU persistente	Min	0,0000	-81,0847	68-1	0,00000

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station m	OutputCase	StepType	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem	ElemStation m
68	0,33500	ELU persistente	Min	0,0000	-42,2014	68-1	0,33500
68	0,67000	ELU persistente	Min	0,0000	1,5963	68-1	0,67000
68	0,00000	ELU accidental	Max	0,0000	601,8914	68-1	0,00000
68	0,33500	ELU accidental	Max	0,0000	674,9181	68-1	0,33500
68	0,67000	ELU accidental	Max	0,0000	748,7630	68-1	0,67000
68	0,00000	ELU accidental	Min	0,0000	-402,5003	68-1	0,00000
68	0,33500	ELU accidental	Min	0,0000	-424,2399	68-1	0,33500
68	0,67000	ELU accidental	Min	0,0000	-441,8680	68-1	0,67000

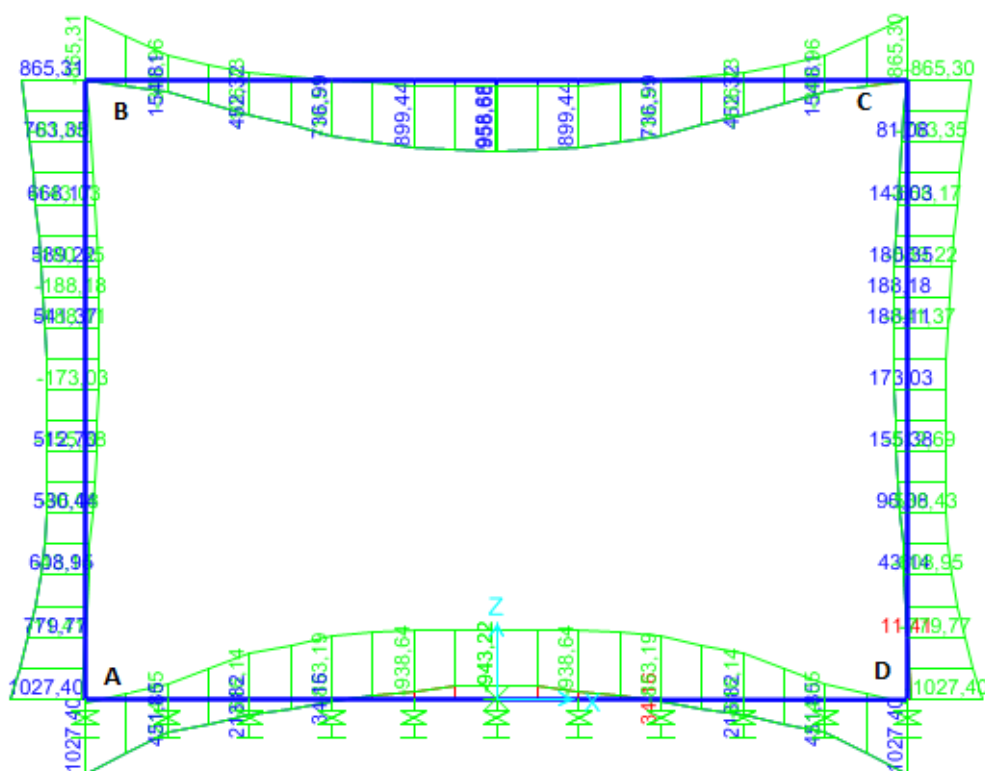


Ilustración 13. Combinación persistente

4.1.3. Dimensionamiento de la estructura

❖ *Agotamiento frente a solicitaciones normales.*

El marco ha de resistir los esfuerzos de flexocompresión que se consideran a partir de las envolventes de E.L.U. de axiles y flectores. Observando estos esfuerzos, estaremos en disposición de determinar la armadura necesaria para la resistencia a estos importantes esfuerzos. De estas envolventes obtenemos los valores máximos y mínimos de momentos flectores y sus axiles concomitantes.

Estos valores se han tomado en unos determinados nudos de la sección que se ha utilizado para realizar los cálculos.

A partir de las especificaciones de la EHE-08 se ha obtenido la cantidad de armadura necesaria para resistir estos esfuerzos.

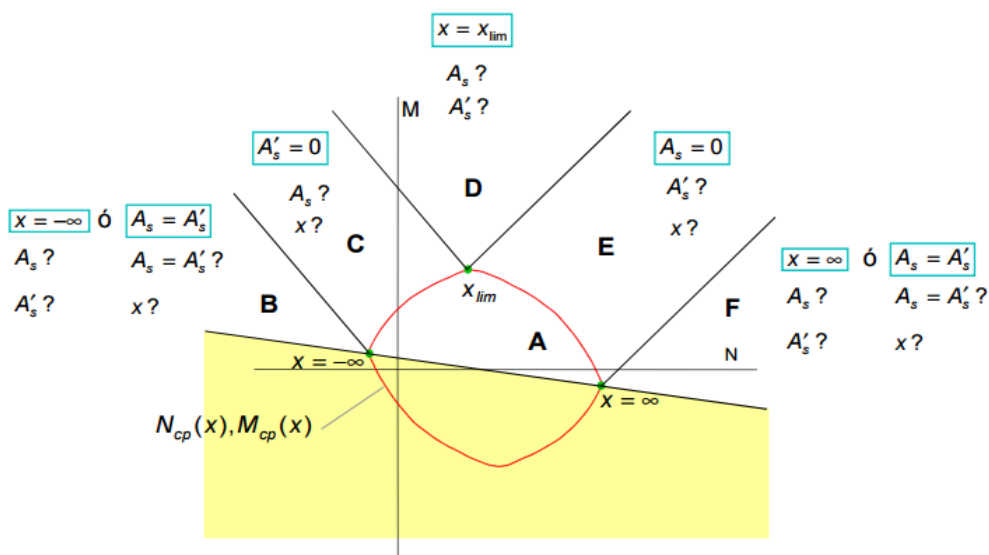


Ilustración 14. Diagrama Interacción Momento-Axil

✓ **LOSA SUPERIOR:**

Se considera un axil nulo teniendo así una flexión simple. Teniendo los momentos más desfavorable en la parte central de la losa (valor positivo) y en los extremos (valor negativo).

Optamos por un armado base en todo el tramo de la parte superior e inferior y unos refuerzos en los puntos críticos.

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-25
- Ambiente: IIa
- Acero: B500SD
- Canto: 0,90m
- Ancho: 1,00 m
- Recubrimiento mecánico: 0,035m

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

El proceso de cálculo empleado es el siguiente:

Lo primero para dimensionar es saber en qué zona del diagrama interacción Momento-Axil se encuentra la estructura objeto del cálculo. Para ello se ha de obtener el valor de $X_{\text{límite}}$, una vez conocido el valor se procede a calcular el momento en $X_{\text{límite}}$ para situar la zona de dimensionamiento.

$$X_{\text{lim}} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} * d = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{E_s * \varepsilon_{cu}}}$$

$$X_{\text{límite}} = 0,53\text{m}$$

$$M_{\text{límite}} = 0,8 * X_{\text{lim}} * f_{cd} * b * (d - 0,4 * X_{\text{lim}}) = 4635,5\text{KN} * \text{m}$$

Armado inferior base:

Flectores y Axiles

$$N_d = 0\text{KN}$$

$$M_d = 716\text{KN} \cdot \text{m}$$

$M_{1c}(-\infty) = 0 < M_{1d} < M_{1c}(X_{\text{lim}}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Se procede a hallar la profundidad de la fibra neutra, $x = 0,064\text{m}$ de ahí obtenemos la armadura traccionada necesaria, ya que nos hayamos en zona C y la armadura a compresión no sería necesaria, no obstante se ha de cumplir los mínimo exigidos por la normativa, que se calcularan posteriormente.

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,064 * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 19,62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Optamos por resolver con 4 Φ 25 en todo el tramo y a continuación reforzaremos.

Armado inferior de refuerzo:

Flectores y Axiles

$$N_d = 0\text{KN}$$

$$M_d = 959\text{KN} \cdot \text{m}$$

$M_{1c}(-\infty) = 0 < M_{1d} < M_{1c}(X_{\text{lim}}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN) $= x = 0,087\text{m}$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,087 * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 26,56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Teniendo en cuenta el armado base, se reforzará la estructura con una armadura de 4Φ16 a dos nudos a cada lado por la parte central.

Armado superior base:

Al no tener momentos negativos en todo el tramo menos en los extremos y para cumplir las exigencias mínimas de la norma, optamos por disponer de un armado base de 4Φ25, se comprobará el cumplimiento de los mínimos mecánicos y geométricos posteriormente.

Armado superior de refuerzo:

Flectores y Axiles

Nd= 0KN

Md= 865,31kN·m

$M_{1c} (-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c} (X_{lim}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN)=x=0,078m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,078 * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 23,87 \text{ cm}^2/m$$

Teniendo ya un armado base se le suma un refuerzo de 4 Φ20 en los extremos, cumpliendo así con la armadura necesaria para soportar las sollicitaciones normales a las que está supuesta la losa superior.

✓ **HASTIALES:**

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-25
- Ambiente: IIa
- Acero: B500SD
- Canto: 0,90m
- Ancho: 1,00 m
- Recubrimiento mecánico: 0,05m

$$X_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} * d = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{E_s * \varepsilon_{cu}}}$$

Xlímite= 0,52m

$$M_{límite} = 0,8 * X_{lim} * f_{cd} * b * (d - 0,4 * X_{lim}) = 4476,2KN * m$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

El armado de los hastiales se realiza considerando que estos elementos están sometidos a flexocompresión, por tanto se van a tener en cuenta tanto la envolvente de axiles con sus respectivos momentos concomitantes, como la envolvente de momentos con sus respectivos axiles concomitantes. Además la armadura a disponer en los hastiales tanto izquierdo como derecho, será la misma ya que la estructura es simétrica.

Se evaluará la resistencia de estas secciones bajo cuatro situaciones distintas como son:

- Axil máximo y momento concomitante.
- Axil mínimo y momento concomitante.
- Momento máximo y axil concomitante.
- Momento mínimo y axil concomitante.

Se ha podido comprobar que los valores más desfavorables van con los axiles mínimos. El armado a disponer en los hastiales:

Armado interior del hastial:

Al no tener solicitaciones importantes, se resuelve con un armado mínimo de 4Ø25 que resiste al mismo tiempo estas mismas solicitaciones.

Armado exterior del hastial:

Flectores y Axiles

$$N_d = 229 \text{ kN}$$

$$M_d = 1027,4 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{1c} (-\infty) = 0 < M_{1d} < M_{1c} (X_{lim}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN)=0,09m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b - N_d}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 16,67 * 1 - N_d}{434,8} * 10^4 = 26,32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Con la armadura mínima de $4\Phi 25$ que hemos dispuesto en la losa superior armamos la parte exterior del hastial. Más unos refuerzos en las zonas Ay B (reflejadas en la imagen (XX)), que serán $4\Phi 20$ aprovechando el refuerzo de los extremos de la losa superior.

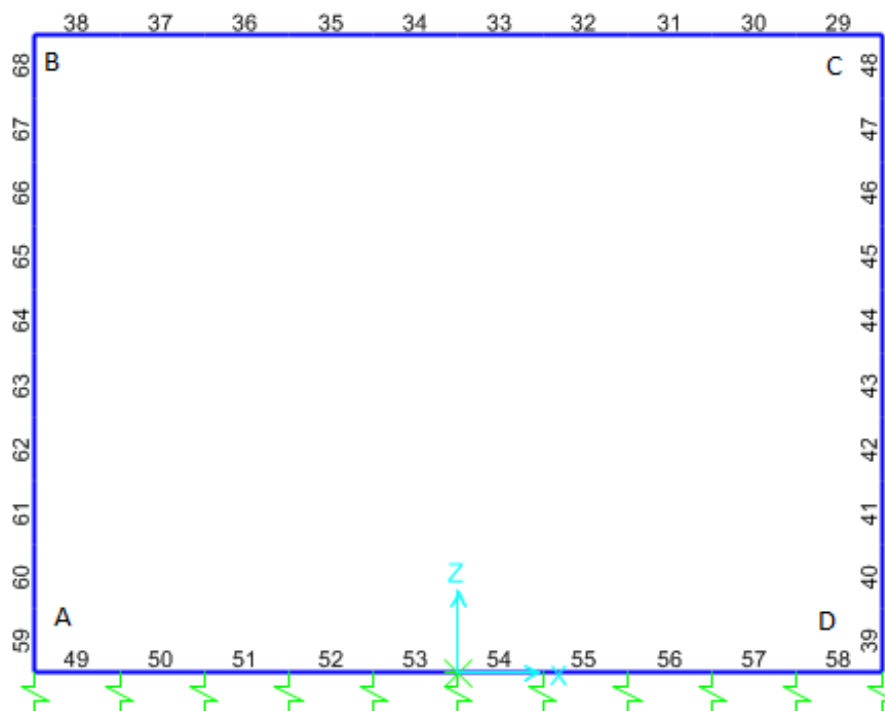


Ilustración 15.

✓ LOSA INFERIOR:

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-25
- Ambiente: IIa
- Acero: B500SD
- Canto: 0,90m
- Ancho: 1,00 m
- Recubrimiento mecánico: 0,035m

El valor de $X_{\text{límite}}$ es el mismo que el de la losa superior, para dimensionar la armadura se aplicará el mismo proceso.

Armado inferior base:

Al no tener momentos negativos en todo el tramo menos en los extremos y para cumplir las exigencias mínimas de la norma, optamos por disponer de un armado base de $4\Phi 25$, se comprobará el cumplimiento de los mínimos mecánicos y geométricos posteriormente.

Armado inferior de refuerzo:

Flectores y Axiles

Nd= 0KN

Md= 1027,4KN·m

$M_{1c} (-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c} (X_{lim}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Fibra neutra (FN)=0,093 m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 28,55 \text{ cm}^2/m$$

Teniendo ya un armado base se le suma un refuerzo de 4Φ20 en los extremos, cumpliendo así con la armadura necesaria para soportar las solicitaciones normales a las que está supuesta la losa superior.

Armado superior base:

Flectores y Axiles

Nd= 0KN

Md=617kN·m

$M_{1c} (-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c} (X_{lim}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

Entonces:

Se procede a hallar la profundidad de la fibra neutra, X=0,055 de ahí obtenemos la armadura traccionada necesaria, ya que nos hayamos en zona C y la armadura a compresión no sería necesaria, no obstante se ha de cumplir los mínimo exigidos por la normativa, que se calcularan posteriormente.

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 16,83 \text{ cm}^2/m$$

Se resuelve con 4Φ25 en todo el tramo y a continuación reforzaremos.

Armado superior de refuerzo:

Flectores y Axiles

Nd= 0KN

Md= 943,22KN·m

$M_{1c} (-\infty)=0 < M_{1d} < M_{1c} (X_{lim}) \rightarrow$ Zona C En la imagen superior se indica que armaduras son necesarias y cuáles no.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Entonces:

Fibra neutra (FN)=0,085 m

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * X * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 26,13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Teniendo en cuenta el armado base, se reforzará la estructura con una armadura de 4Φ16 a un nudo a cada lado por la parte central.

ARMADO MÍNIMO:

Cuantía geométrica:



Tabla 42.3.5. Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1000, referidas a la sección total de hormigón ⁽⁶⁾

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400\text{N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500\text{N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

- (1) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Para losas de cimentación y zapatas armadas, se adoptará la mitad de estos valores en cada dirección dispuestos en la cara inferior.
- (2) Cuantía mínima referida a una sección rectangular de ancho b_w y canto d del forjado de acuerdo con la Figura 42.3.5. Esta cuantía se aplica estrictamente en los nervios y no en las zonas macizadas. Todas las viguetas deben tener en la cabeza inferior, al menos, dos armaduras activas o pasivas longitudinales simétricas respecto al plano medio vertical.
- (3) Cuantía mínima referida al espesor de la capa de compresión hormigonada in situ.
- (4) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.
- (5) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.
A partir de los 2,5 m de altura del fuste del muro y siempre que esta distancia no sea menor que la mitad de la altura del muro podrá reducirse la cuantía horizontal a un 2%. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse al 2%. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. En el caso de muros con espesores superiores a 50 cm, se considerará un área efectiva de espesor máximo 50 cm distribuidos en 25 cm a cada cara, ignorando la zona central que queda entre estas capas superficiales.
- (6) En el caso de elementos pretensados, la armadura activa podrá tenerse en cuenta en relación con el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas sólo en el caso de las armaduras pretesas que actúen antes de que se desarrolle cualquier tipo de deformación térmica o reológica.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

LOSA SUPERIOR E INFERIOR:

Para:

b=1m

h=0,9m

Según el Artículo 42.3.5 (EHE) se dispondrá de una cuantía mínima de 1,8‰ repartida en las dos caras.

De ahí:

$$A_S = A'_S = \frac{0,9}{1000} * 90 * 100 = 8,1 \text{ cm}^2/m$$

HASTIALES:

Para:

b=1m

h=0,9m

$$A_S = A'_S = \frac{0,9}{1000} * 90 * 100 = 8,1 \text{ cm}^2/m$$

Cuantía mecánica:

LOSA SUPERIOR E INFERIOR:

Para:

b=1m

h=0,9m

Según la EHE-08 la cuantía mecánica mínima requerida es:

$$A_S = 0,04 * A_c * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 16,56 \text{ cm}^2/m$$

HASTIALES:

Para:

b=1m

h=0,9m

$$A_S = 0,04 * A_c * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 16,56 \text{ cm}^2/m$$

❖ *Agotamiento frente a cortante*

El Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante se puede alcanzar, ya sea por agotarse la resistencia a compresión del alma, o por agotarse su resistencia a tracción. En consecuencia, es necesario comprobar que se cumple simultáneamente:

$$\begin{aligned} V_{rd} &\leq V_{u1} \\ V_{rd} &\leq V_{u2} \end{aligned}$$

Donde:

- V_{rd} Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

- V_{u1} Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

- V_{u2} Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

-La comprobación del agotamiento por compresión oblicua en el alma $V_{rd} \leq V_{u1}$ se realizará en el borde del apoyo y no en su eje.

-En piezas sin armadura de cortante no resulta necesaria la comprobación de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

-La comprobación correspondiente al agotamiento por tracción en el alma $V_{rd} \leq V_{u2}$ se efectúa para una sección situada a una distancia de un canto útil del borde del apoyo.

LOSA SUPERIOR:

Calculo de V_{u1} :

$$V_{u1} = K * f_{1cd} * b_o * d * \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta}$$

Al no considerar el esfuerzo Axil, se simplifica a:

$$V_{u1} = 0,3 * f_{cd} * b_o * d = 4325 \text{ kN} \geq V_{rd} = 755,29 \text{ kN}$$

Calculo de V_{u2} :

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

Calculo de V_{cu} :

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{865}} = 1,48 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{32,2 * 10^{-4}}{1 * 0,865} = 3,722 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $\beta = 1$

$$V_{cu} = 269,27 \text{ kN}$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Y como:

$$V_{rd} \leq V_{u2}$$

De ahí: $V_{su,nec} = (V_{rd} - V_{su}) > 0$ a un canto útil

$$V_{su,nec} = 751,707 - 269,27 = 482,44 \text{ kN}$$

Por otra parte:

$$V_{su} = z * \sin \alpha * (\cot \theta * \cot \alpha) * A\alpha * f_{y\alpha,d}$$

Al ser: $\alpha = 90^\circ$

$$\theta = 45^\circ$$

$Z = 0,9 * d$

$$V_{su} = 0,9 * d * A_{90} * f_{y90,d}$$

$$482,44 = 0,9 * 0,865 * A_{90} * 400 * 10^{-3}$$

$$A_{90} = 15,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo que se opta por armar con $\emptyset 10/0.15$ cada 0,3 metros

Cálculo de V_{u2} sin armadura:

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

$$V_{u2} = 326,12 \text{ kN}$$

Se puede deducir apoyándonos en la ley de cortante generada por el SAP2000 que a partir de 3,2 desde los extremos no hará falta armar a cortante (parte central de la losa).

HASTIALES:

Calculo de V_{u1} :

$$V_{u1} = K * f_{1cd} * b_o * d * \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd}{Ac} = 0,10309 \text{ MPa} \rightarrow K = 1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} = 1,00618$$

$$b_o = 1 \text{ m}$$

$$f_{1cd} = 0,6 * f_{cd}$$

$$\theta = \theta_e = 45^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$d = 0,85 \text{ m}$$

$$V_{u1} = 4276,28 \text{ kN} > V_{rd} = 236,11 \text{ kN}$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Calculo de V_{u2} :

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

Calculo de V_{cu} :

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{860}} = 1,485 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{32,2 * 10^{-4}}{1 * 0,85} = 3,788 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $\beta = 1$

$$V_{cu} = 280,2 \text{ kN}$$

$$V_{su,nec} = (V_{rd} - V_{cu}) < 0 V_{rd} \text{ a un canto útil}$$

Por lo que **no hace falta** armar a cortante

LOSA INFERIOR:

$$V_{u1} = 0,3 * f_{cd} * b_o * d = 4325 \text{ kN} \geq V_{rd} = 749,08 \text{ kN}$$

Calculo de V_{u2} :

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

Calculo de V_{cu} :

$$V_{cu} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{850}} = 1,485 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{32,2 * 10^{-4}}{1 * 0,85} = 3,79 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $\beta = 1$

$$V_{cu} = 267,05 \text{ kN}$$

$$V_{su,nec} = (V_{rd} - V_{su}) > 0 V_{rd} \text{ a un canto útil}$$

$$V_{su,nec} = 747,865 - 267,05 = 480,81 \text{ kN}$$

Por otra parte:

$$V_{su} = z * \sin \alpha * (\cot \theta * \cot \alpha) * A_\alpha * f_{y\alpha,d}$$

Al ser: $\alpha = 90^\circ$

$$\theta = 45^\circ$$

$$z = 0,9 * d$$

$$V_{su} = 0,9 * d * A_{90} * f_{y90,d}$$

$$480,81 = 0,9 * 0,85 * A_{90} * 400 * 10^3$$

$$A_{90} = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T.M. DE OBEILAR (GRANADA).

Por lo que se opta por armar con $\emptyset 10/0.15$ cada 0,3 metros

Cálculo de V_{u2} sin armadura:

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

$$V_{u2} = 323,124 \text{ kN}$$

Se puede deducir apoyándonos en la ley de cortante generada por el SAP2000 que a partir de 3,6m desde los extremos no hará falta armar a cortante (parte central de la losa).

✓ Armado mínimo:

El armado mínimo a cortante se define como:

$$A_{90,\min} = \frac{f_{ct,m}}{7,5 * f_{y90,d}} * b_o = 8,55 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$$

❖ Armadura transversal.

Aplicando la normativa de la EHE-08, en caso de producirse esfuerzos en la sección transversal, la estructura debería ir armada con un 25% de la cuantía del armado principal distribuida en las dos caras evitando así el riesgo de fallo transversalmente. Quedando del lado de la seguridad, la armadura principal es de 32.2 cm^2 , por lo que:

$$A_{st} = 0,25 * 32,2 = 8,05 \text{ cm}^2$$

Optamos por armar con transversalmente con $8\emptyset 12$ siendo $A_{8\emptyset 12} = 9,05 \text{ cm}^2$

❖ Anclajes y solapes.

Características a tener en cuenta:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

HA-25

LOSA SUPERIOR:

• Armadura inferior:

Con $\emptyset 25$ y $m=1,5$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

$$937,5 \geq 625$$

$$l_{bl} = 937,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 937,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Con $\emptyset 16$ y $m=1,3$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

$$384 < 400$$

$$l_{bl} = 400 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 400 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

• **Armadura superior:**

Con $\emptyset 25$ y $m=1,3$

POSICIÓN 2

$$l_{bl} = 1,4 * m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} * \emptyset$$

$$1312,5 \geq 892,86$$

$$l_{bl} = 1312,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 1312,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

Con $\emptyset 20$ y $m=1,3$

POSICIÓN 2

$$l_{bl} = 1,4 * m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} * \emptyset$$

$$840 \geq 714,3$$

$$l_{bl} = 840 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 840 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

HASTIALES:

Misma posición tanto para las armaduras interiores como para la exteriores.

Con $\phi 25$ y $m=1,3$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \phi^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \phi$$

$$937,5 \geq 625$$

$$l_{bl} = 937,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl, neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s, nec}}{A_{s, disp}} = l_{bl} = 937,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s, nec}}{A_{s, disp}} = 1$$

Con $\phi 20$ y $m=1,3$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \phi^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \phi$$

$$600 \geq 500$$

$$l_{bl} = 600 \text{ mm}$$

$$l_{bl, neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s, nec}}{A_{s, disp}} = l_{bl} = 600 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s, nec}}{A_{s, disp}} = 1$$

LOSA INFERIOR:

- **Armadura superior:**

Con $\phi 25$ y $m=1,5$

POSICIÓN 2

$$l_{bl} = 1,4 * m * \phi^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} * \phi$$

$$1312,5 \geq 892,86$$

$$l_{bl} = 1312,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl, neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s, nec}}{A_{s, disp}} = l_{bl} = 1312,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s, nec}}{A_{s, disp}} = 1$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Con $\emptyset 16$ y $m=1,5$

POSICIÓN 2

$$l_{bl} = 1,4 * m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{14} * \emptyset$$

$$465,92 < 571,43$$

$$l_{bl} = 571,43 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 571,43 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

Armadura inferior:

Con $\emptyset 25$ y $m=1,5$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

$$937,5 \geq 625$$

$$l_{bl} = 937,5 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 937,5 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

Con $\emptyset 20$ y $m=1,5$

POSICIÓN 1

$$l_{bl} = m * \emptyset^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

$$600 \geq 500$$

$$l_{bl} = 600 \text{ mm}$$

$$l_{bl,neta} = \beta * l_{bl} * \frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = l_{bl} = 600 \text{ mm}$$

Con:

$$\beta = 1$$

$$\frac{A_{s,nec}}{A_{s,disp}} = 1$$

4.1.4. Verificación del estado límite de servicio

❖ ELS Fisuración

En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras. Estas no suponen ningún problema para la durabilidad de la estructura y su uso normal, siempre y cuando se limite la abertura característica de fisura.

La abertura característica de fisura, w_k , es decir el valor de distancia entre las caras de las grietas superado solo en el 5% de los casos, será calculada para la combinación de esfuerzos del estado límite de servicio cuasi permanente.

El ambiente de exposición presente en este proyecto es el ambiente IIa para todas la estructura, por lo que la abertura máxima considerada $w_{m\acute{a}x} = 0.3\text{mm}$.

Por lo que se debe comprobar, en aquellos casos en los que se produzca fisuración que la abertura de fisura w_k es menor o igual que la máxima permitida.

La sección a estudiar es la del Centro-Luz de la losa superior, con un momento máximo con la combinación cuasi permanente de:

$$M_{cl} = 201,412 \text{ KN.m}$$

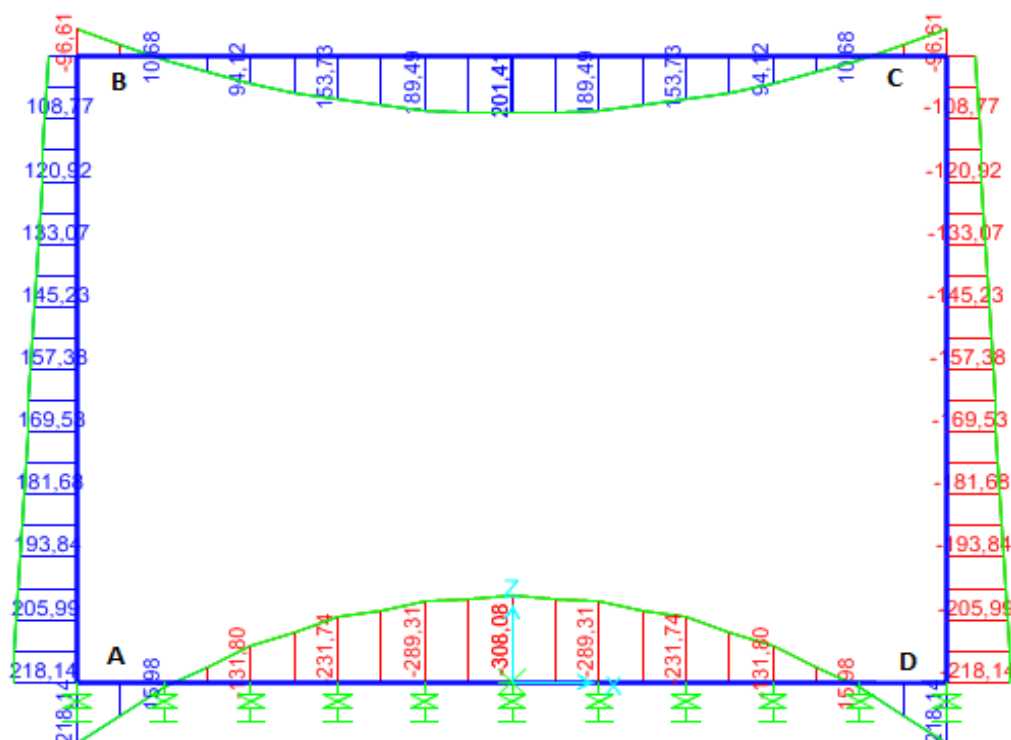


Ilustración 16. Combinación cuasi permanente

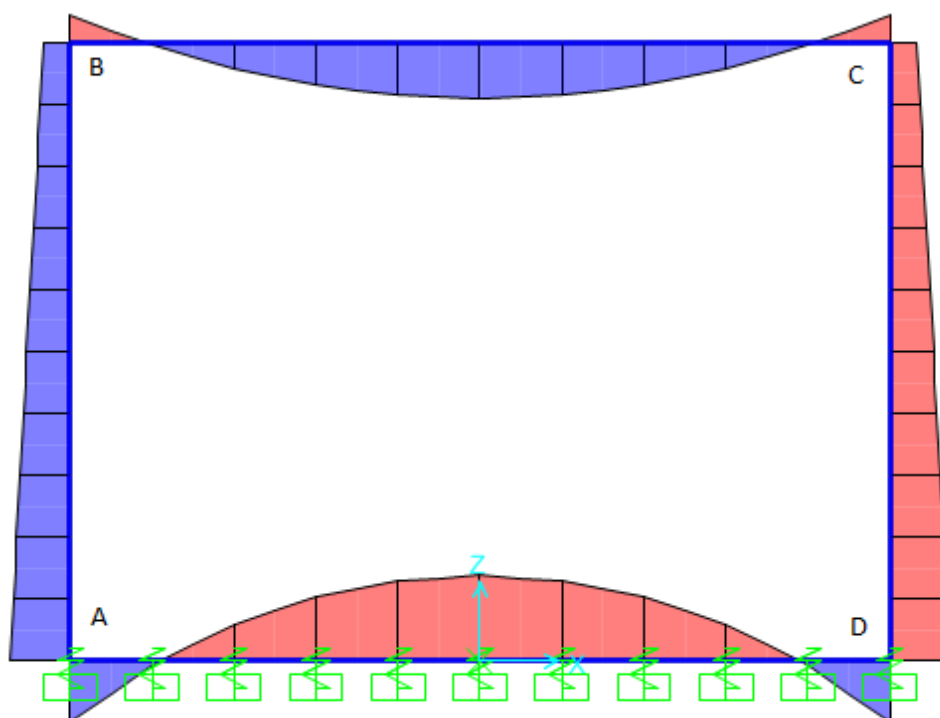


Ilustración 17. Envolvente cuasipermanente

Cálculo del momento crítico:

$$M_{cr} = \frac{-f_{ctm,fl} * I_b}{v_2}$$

Con:

$$f_{ctm,fl} = \max\left\{\left(1,6 - \frac{h}{1000}\right) * f_{ct,m} ; f_{ct,m}\right\}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 * \sqrt[3]{fck^2} = 2,565 \text{ MPa}$$

$$v_2 = -0,45 \text{ m}$$

$$I_b = \frac{1}{12} b * h^3 = 0,06075 \text{ m}^4$$

$$M_{cr} = 346,275 \text{ kN.m} > M_{cl} = 201,41 \text{ kN.m}$$

Por lo que la sección NO fisura.

❖ *E.L.S. Deformación:*

Para el cálculo de la flecha máxima, se tienen en cuenta los valores característicos, y es la suma de la flecha instantánea definida como la que se produce en el instante de la aplicación de la carga, y la flecha diferida que, con el paso de tiempo, se acumula a la flecha instantánea por efecto de los fenómenos diferidos del hormigón (retracción y fluencia).

Cálculo de la flecha en la losa superior:

Secciones determinantes—Centro-luz y Extremos

$$\text{Momento de fisuración: } M_f = \frac{-f_{ctm,fl} \cdot I_b}{h/2} = 346,275 \text{ kN.m}$$

$$f_{ctm,fl} = \max\left\{\left(1,6 - \frac{h}{1000}\right) \cdot f_{ct,m}; f_{ct,m}\right\}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 2,565 \text{ MPa}$$

$$h/2 = 0,45 \text{ m}$$

$$I_b = \frac{1}{12} b \cdot h^3 = 0,06075 \text{ m}^4$$

De ahí las dos secciones FISURAN ya que $M_{cl}=679,26 \text{ kN.m}$ y $M_{extremos}=400,93 \text{ kN.m}$

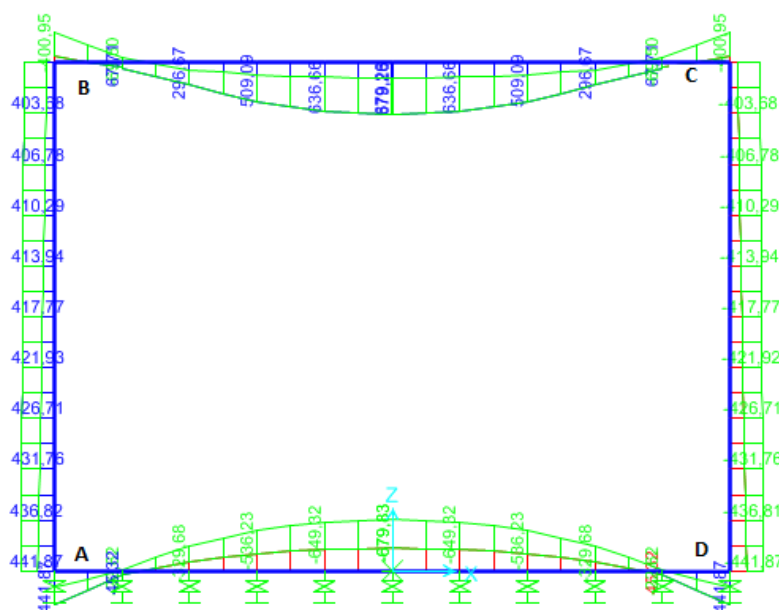


Ilustración 18. Combinación Característica

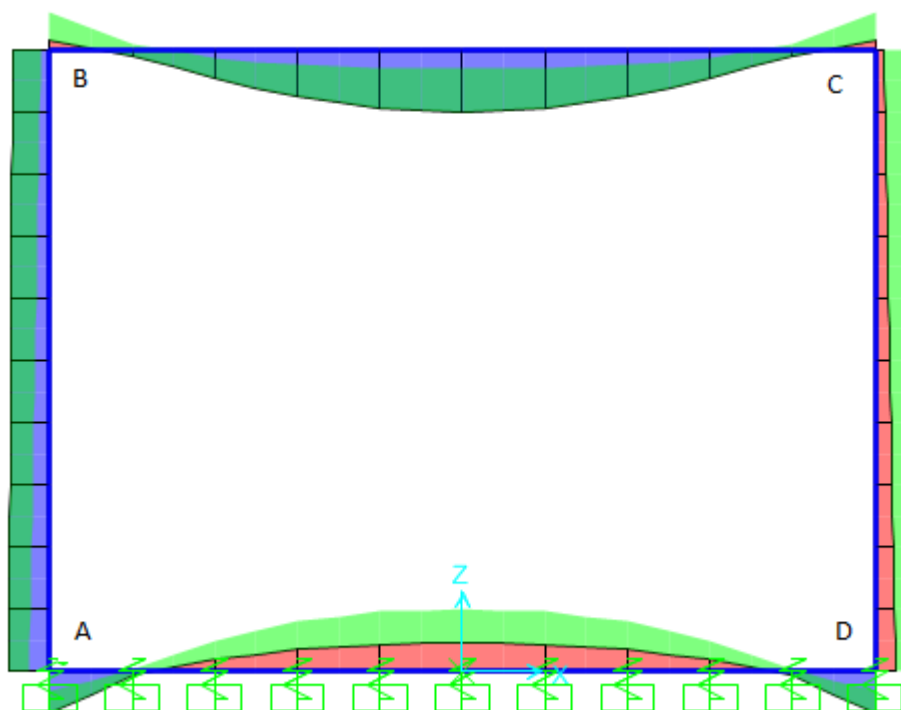


Ilustración 19. Envolvente Característica.

Sección fisurada Centro-Luz

Se obtiene en un primer momento la fibra neutra

$$\frac{1}{2} * b * x^2 + n * (As + A's) * x - n * (A's * d' + As * d) = 0$$

$$x = 0,1555 \text{ m}$$

Se calcula la Inercia fisurada

$$I_f = \frac{1}{3} * b * x^3 + n * A's * (x - d')^2 + n * As * (x - d)^2 = 0,0112 \text{ m}^4$$

Sección fisurada Extremos.

Se obtiene en un primer momento la fibra neutra.

$$\frac{1}{2} * b * x^2 + n * (As + A's) * x - n * (A's * d' + As * d) = 0$$

$$x = 0,1669 \text{ m}$$

Se calcula la Inercia fisurada

$$I_f = \frac{1}{3} * b * x^3 + n * A' s * (x - d')^2 + n * A s * (x - d)^2 = 0,01277 m^4$$

Inercia Equivalente

$$I_e = 0,5 * I_{e,cl} + 0,25 * I_{e,extremo1} + 0,25 * I_{e,extremos2}$$

$$I_{e,cl} = \left(\frac{Mf}{Mcl} \right)^3 * Ib + \left[1 - \left(\frac{Mf}{Mcl} \right)^3 \right] * If = 0,017764 m^4$$

$$I_{e,ext} = \left(\frac{Mf}{Mext} \right)^3 * Ib + \left[1 - \left(\frac{Mf}{Mext} \right)^3 \right] * If = 0,04368 m^4$$

$$I_e = 0,5 * I_{e,cl} + 0,25 * I_{e,extremo1} + 0,25 * I_{e,extremos2} = 0,030722 m^4$$

Flecha instantánea

$$Y_0 = \frac{Mcl * L^2}{16 * E_c * I_e}$$

Con

$$Mcl = 679,26 kN.m$$

$$L = 8,9m$$

$$E_c = 8500 * \sqrt[3]{f_{cm}} = 27264 MPa$$

$$Y_0 = 4,015 mm$$

Flecha diferida

$$Y_{dif} = \lambda * Y_o * \frac{M_g}{M_{cl}}$$

$$\lambda = \frac{\epsilon}{1 + 50 * \rho'}$$

$$\epsilon = 1,3$$

$$\rho' = 0,5 * \frac{A_s}{b * d} + 0,5 * \frac{A'_s}{b * d} = 2,74 * 10^{-3}$$

$$\lambda = 1,143$$

$$Y_{dif} = \lambda * Y_o * \frac{M_g}{M_{cl}} = 1,143 * 4,015 * \frac{201,41}{679,26} = 1,36mm$$

Por último

$$Y_t = Y_o + Y_{dif} = 5,375mm$$

Este proceso a la hora de calcular la flecha está considerando que la losa superior es bi-empotrada y se puede deducir que el valor de la flecha es infravalorado.

Por otra parte el software que utilizamos considera que la estructura no fisura y por lo tanto nos da una deformación con inercias brutas y no fisuradas.

Se puede adoptar la flecha generada por el sap2000 y corregirla de esta manera:

$$Y_t = Y_{sap2000} * \frac{I_e}{I_b} = 12 * \frac{0,030722}{0,06075} = 6,07 mm$$

4.2. DIMENSIONAMIENTO ALETAS

4.2.1. Descripción

El otro elemento a modelizar son las aletas. Hay cuatro aletas con longitudes similares, con alturas idénticas y divididas en dos tramos. Para modelizar esta estructura supondremos que se trata de una ménsula empotrada en el terreno, para el alzado del muro, y el conjunto alzado-zapata para obtener las reacciones del terreno y así calcular la cimentación de las aletas.

Analizaremos dos secciones características de las cuatro aletas. Estudiaremos las secciones más altas de cada tramo de aleta ya que estas son las que mayores acciones soportan. Por tanto estudiaremos una sección de muro con 6,7m de alto y otra con 3,85m de alto. Estas dos secciones serán representativas de cada tramo para las cuatro aletas y por tanto los cálculos realizados para una servirán para el resto.

El objetivo de las aletas es contener las tierras del terraplén con un talud 3H:2V.

Las aletas se ejecutarán “in situ” adosadas a los hastiales del cajón y separados de estos mediante una junta en frío.

Teniendo en cuenta las necesidades geométricas que deben satisfacer las aletas al acompañar el descenso del talud se propone dividir longitudinalmente en planta las aletas formando módulos de longitud de 7,1m a cada uno de los cuales se asignará una única sección (Tipo 1 y Tipo 2). De esta manera se conseguirá que, al menos parcialmente, la disminución de los espesores de alzado y zapata, así como del ancho de esta última, acompañe la caída de tierras. Como se ha citado antes, se ha de tener en cuenta también que el talud que forma el terraplén será un 3H: 2V, y por tanto las aletas no tendrán las mismas dimensiones al inicio y al final. Tendrán además una altura variable que estará comprendida entre los 6.7 metros en el extremo en contacto con el marco y 1 metro en el extremo final.

A continuación se calcularán las aletas considerándose como muros en ménsula sometidos en su trasdós a acciones de tierras.

En cada sección tipo se estudiará la sección de mayor altura ya que será la más desfavorable debido al empuje del terreno.

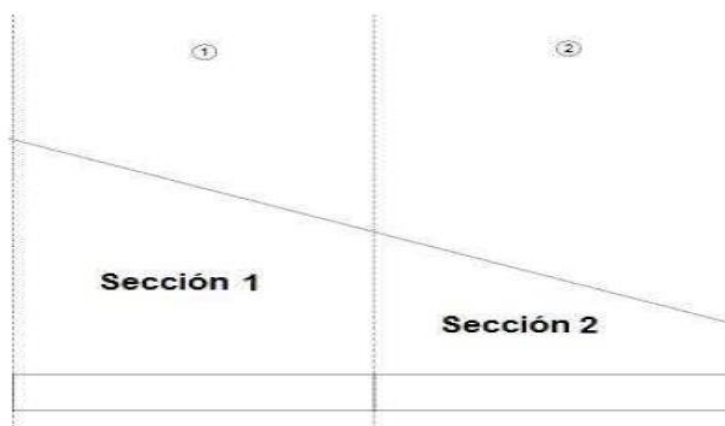


Ilustración 20. Sección Aletas

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Para definir la geometría del muro, tiene que cumplir unas exigencias de estabilidad que vienen citadas en la “Guía de Cimentaciones”, como pueden ser, la estabilidad frente a deslizamiento, vuelco y hundimiento.

Para ello predimensionamos algunos elementos siguiendo el criterio a continuación:

- El **ancho del muro** será constante y tendrá un valor de **$0.1 \cdot H$** o mayor, siendo

H la altura del muro.

- El **canto de la zapata** será ligeramente superior al ancho del muro y de valor constante, en este caso se toma un valor de **$0.1 \cdot H + 0.1$** , es decir, se incrementan 10 centímetros el ancho del muro.

4.2.2. Acciones

❖ *Peso propio.*

Esta acción, correspondiente al peso de los elementos estructurales. Su actuación se tiene en cuenta en el estado de carga para cargas permanentes, que posteriormente se emplea en combinaciones mayorado.

Su valor se obtiene a partir de las dimensiones especificadas en los planos y del peso específico del material constitutivo.

-Peso propio del hormigón: $25,00 \text{ kN/m}^3$

❖ *Cargas muertas.*

De carácter permanente, son las debidas a todos los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura. Se considera como tal el peso de las tierras sobre el talón.

Con estos datos podemos conocer que fuerza actúa sobre el talón. Ésta será una carga distribuida.

❖ *Empuje de tierras*

En el caso de las aletas, como se sabe que el alzado cederá ante el empuje de las tierras, se deduce el empuje actuante es el activo.

Sin embargo, puesto que el apartado de dimensionamiento de las secciones se realizará considerando inclinaciones distintas del terreno en el trasdós, el empuje deberá ser calculado en modo diferente según la superficie del mismo sea horizontal o bien presente pendiente.

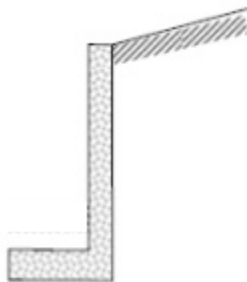
La expresión que nos proporciona el empuje horizontal de tierras será:

$$E_a = K_a \cdot Y_{aparente} \cdot Z$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \Phi'}{1 + \sin \Phi'} = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0,3333$$

De ahí la resultante del empuje activo es:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} * \gamma_{aparente} * H^2 * K_a$$



❖ *Sobrecarga en terraplenes.*

Consiste en un empuje que actúa uniformemente sobre los laterales del marco

Esta sobrecarga sólo se tendrá en cuenta cuando la distancia horizontal entre el eje de la vía y la estructura sea menor o igual que la mitad de su altura. Siendo este el caso que se da en la estructura calculada, se consideran una sobrecarga uniforme de 30 kN/m^2 que va multiplicada por un coeficiente.

$$e_{sc} = 30 * K_a * \alpha \approx 12 \text{ kN/m}^2$$

De ahí la resultante de la sobrecarga en terraplenes es:

$$E_{sc} = e_{sc} * H$$

4.2.3. Comprobaciones

➤ Sección Tipo 1.

En esta sección el muro tiene una altura $H = 6,7$ m. con lo que el ancho del muro, como tiene que ser $h \geq H/10$, se ha tomado un valor de $h_1 = 0,70$ m. El canto de la losa, será de $h_2 = 0,80$ m. De ahí los valores de las cargas actuantes serían:

$$W_a = H * h_1 * 1 * 25 = 112,225 \text{ kN}$$

$$W_z = (p + t + 0,70) * h_2 * 25 \text{ (kN)}$$

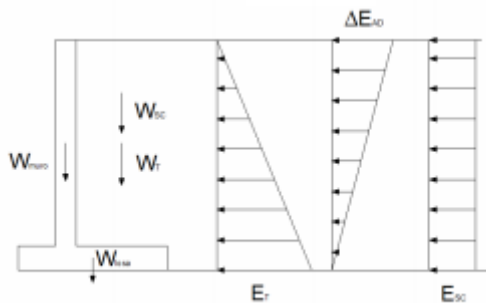
$$W_t = (t * 1 * 6,5) * 20 \text{ (kN)}$$

$$W_{sc} = 33,45 * t$$

$$E_{AE} = \frac{1}{2} * \gamma_{aparente} * H^2 * K_a = 140,73 \text{ (kN)}$$

$$E_{sc} = 12 * 6,7 = 80,4 \text{ kN}$$

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} * \gamma_{aparente} * H^2 * (K_{AD} - K_{AE}) = 79,56 \text{ (kN)}$$



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Programando una hoja Excel para iterar los valores de la puntera y el talón se obtienen los siguientes datos.

P	0,6
T	3

Acción	Fh	Fv	Brazo	M. Est	M. Dest
P. Alzado		112,225	0,935	104,930375	
P. Zapata		85	2,135	181,475	
Empuje Activo	140,73		2,23		313,8279
P. Tierras		390	2,77	1080,3	
Empuje SC	80,4		3,35		269,34
SC uso vertical		100,35	2,77	277,9695	
Sismo	79,56				
Sum con SC	221,13	687,575		1644,67488	583,1679
Sum sin SC	140,73	587,225		1366,70538	313,8279
Sum con sismo	220,29	587,225		1366,70538	313,8279

Desliz	Con SC	1,7951948	>1,30	CUMPLE
	Sin SC	2,40911216	>1,50	CUMPLE
	Con Sismo	1,53903651	>1,1	CUMPLE
Vuelco	Con SC	2,82024246	>1,80	CUMPLE
	Sin SC	4,35495179	>2,00	CUMPLE
	Con Sismo	4,35495179	>1,5	CUMPLE

Condición de deslizamiento:

$$\frac{\sum F_v \cdot \tan(\phi)}{\sum F_h} \geq F$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

TABLA 4.8. DESLIZAMIENTO: COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO
Casi permanente (*)	$F_1 \geq 1,50$
Característica	$F_2 \geq 1,30$
Accidental	$F_3 \geq 1,10$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10).

Condición de vuelco:

$$\frac{\sum M_{estabilizadores}}{\sum M_{desestabilizadores}} \geq F$$

TABLA 4.9. VUELCO: COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO RÍGIDO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO PLÁSTICO
Casi permanente(*)	$F_1 \geq 2,00$	$F_1 \geq 1,50$
Característica	$F_2 \geq 1,80$	$F_2 \geq 1,30$
Accidental	$F_3 \geq 1,50$	$F_3 \geq 1,10$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10).

ESTABILIDAD FRENTE A HUNDIMIENTO

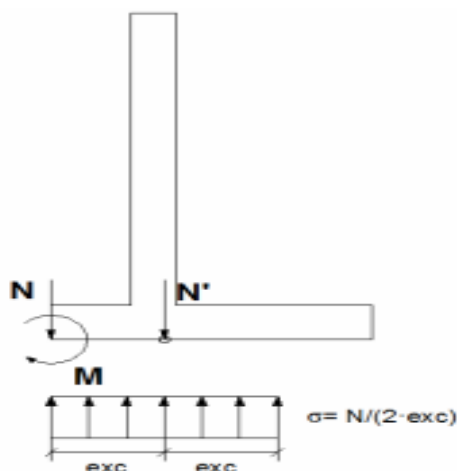


Ilustración 21

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Para comprobar la estabilidad frente a hundimiento se tiene que cumplir la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{N}{2 * e} \leq \sigma_{adm}$$

Con

σ_{adm} La tensión admisible

N: Sumatorio de fuerzas verticales

e: Excentricidad definida como $e = \frac{\sum M_{estab}}{\sum F_v}$

Por lo que la estructura es estable frente a hundimiento.

❖ Sección Tipo 2.

En esta sección el muro tiene una altura $H = 3,85$ m. con lo que el ancho del muro, como tiene que ser $h \geq H/10$, se ha tomado un valor de $h_1 = 0,4$ m. El canto de la losa, será de $h_2 = 0,5$ m.

En el caso de la sección tipo 2, lo que cambia es el coeficiente de empuje activo que viene definido mediante la Teoría de Coulomb:

$$K_A = \left[\frac{\operatorname{cosec}(\beta) * \operatorname{sen}(\beta - \phi)}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi) * \operatorname{sen}(\phi - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

Con

δ : El ángulo de rozamiento entre el terreno y el muro $\delta = 0$

β y i : Ángulos indicados en la figura a continuación $i = 24,25^\circ \setminus \beta = 90^\circ$

ϕ : Ángulo de rozamiento interno 30°

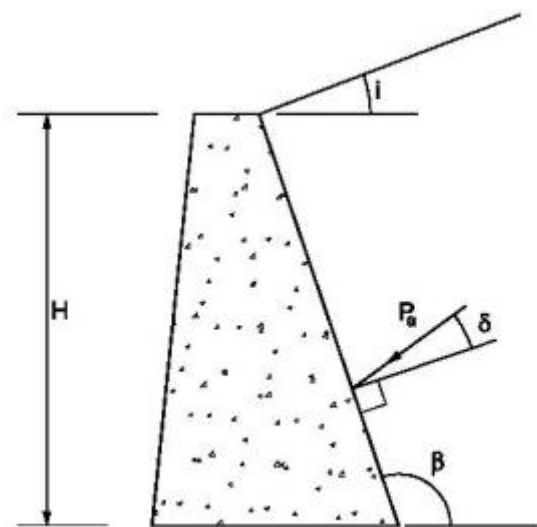


Figura 2.3. Empuje activo

$$K_A = 0,508$$

Iterando y utilizando la misma hoja Excel se sacan los valores de:

Puntera: 0,5 m

Talón: 1,8 m

4.2.4. ELU de agotamiento frente a solicitaciones normales

La determinación de la armadura de las tres secciones que conforman las aletas se realizará analizando los siguientes puntos:

- La sección inferior del muro en su unión con la losa
- La sección del muro a $H/4$ de altura respecto a su unión con la losa.
- La sección de la losa en su intersección con el intradós del muro. En este punto se produce el flector M_{ab} . Con este flector se obtiene la armadura inferior de flexión de la losa.
- La sección de la losa en su intersección con el trasdós del muro. En este caso, en este punto se produce el flector M_{ar} , a partir del cual se obtiene la armadura superior de flexión de la losa.

Para el cálculo de la armadura a flexión debemos de tener en cuenta el momento en el empotramiento del alzado con la zapata y el momento a una distancia de $H/3$ de dicho empotramiento.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Se adoptan un coeficiente de seguridad $\gamma=1.5$, este coeficiente se multiplicara por el momento que resulte, obteniéndose así unas cargas mayoradas.

Las características a tener en cuenta han sido:

- Hormigón: HA-25
- Ambiente: IIa
- Acero: B500SD
- Recubrimiento mecánico: 0.05m

➤ ARMADO de la sección TIPO 1

○ Armado del trasdós

El momento en la base del muro y mayorado con un coeficiente de 1,5 donde se considera que las cargas actuantes son, el empuje del terreno y el empuje de las sobrecargas de ahí:

$$M_0 = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_0 = 1,5 * (330,84 + 269,34) = 900,27 \text{ kN.m}$$

Con un canto de 0,70 m del muro se saca la fibra neutra y posteriormente la armadura necesaria como se hizo para armar el marco.

Fibra neutra (FN)= $x=0,112\text{m}$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,112 * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 34,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para el momento a H/4 de la losa, se consideran las mismas cargas y se mayoran de la misma manera.

$$M_{H/4} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{H/4} = 1,5 * (132,61 + 151,5) = 426,17 \text{ kN.m}$$

Fibra neutra (FN)= $x=0,051\text{m}$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = \frac{0,8 * 0,051 * 16,67 * 1}{434,8} * 10^4 = 15,57 \text{ cm}^2/m$$

- Armado del intradós

La armadura vertical del intradós será dimensionada según la norma y como mínimo tiene un valor de un 30% de la armadura del trasdós.

$$0,3 * A_s = 10,26 \text{ cm}^2$$

- Armado superior de la zapata

Para calcular el caso más desfavorable se considera que están actuando el peso de las tierras y la sobrecarga conjuntamente, igual que para el muro se aumentarán sus valores con un coeficiente de mayoración.

El momento se calcula a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,1 \text{ m}$ — de la unión zapata-muro

$$M_{ar} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{ar} = 1,5 * (130 + 33,45) * 3 * (1,5 + 0,1) = 1180,51 \text{ kN.m}$$

Como para el muro el cálculo de la armadura es

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 38,82 \text{ cm}^2/m$$

- Armado inferior de la zapata

En la sección de la losa en su intersección con el intradós del muro se produce el flector M_{ab} a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,1 \text{ m}$ —

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

Por lo tanto

$$M_{ab} = \gamma * (0,7 * \sigma) * 0,35$$

σ : la resultante de fuerzas verticales

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot e} = 147,47 \text{ kN/m}$$

De ahí

$$M_{ab} = 55 \text{ kN.m}$$

Por lo tanto el armado correspondiente sería

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo tanto se armará con la armadura mínima correspondiente.

ARMADO MÍNIMO de la sección TIPO 1

Según la EHE-08 los mínimos a considerar en muros y en la zapata (que se considera como losa) son :

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

De ahí:

$$\text{MUROS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 6,3 \text{ cm}^2$$

$$\text{ZAPATAS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 7,2 \text{ cm}^2$$

✓ **Resumen del armado :**

Después de calcular los mínimos y compararlos con las armaduras necesarias se resuelve el armado del muro.

MURO

Trasdós-punto H/4 – $A_{s,necesaria} = 15,57 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 5Ø20

Trasdós-punto o – $A_{s,necesaria} = 34,2 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 5Ø20 + 5Ø25

Intradós-

$A'_s = 0,3 * A_s = 10,26 \text{ cm}^2$ por lo que se resuelve con 5Ø20

La armadura horizontal del muro viene definida según la norma como un 3,2‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Con lo cual, la armadura horizontal en cada cara vendrá representada por un 1,6‰ y será de 6Ø16

ZAPATA

Armado superior de la losa – $A_{s,necesaria} = 38,82 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 8Ø25

Armado inferior de la losa – $A_{s,necesaria} = 1,15 \text{ cm}^2 < A_{s,min} = 7,2 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con 8Ø12

Armadura de reparto en losas: La armadura de reparto de la losa viene definida según la norma como un 1.8‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Se disponen tanto inferior como superior.

Se resuelve con 8Ø12 tanto en la cara superior como la inferior.

➤ ARMADO de la sección TIPO 2

○ Armado del trasdós

El momento en la base del muro y mayorado con un coeficiente de 1,5 donde se considera que las cargas actuantes son, el empuje del terreno y el empuje de las sobrecargas de ahí:

$$M_0 = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_0 = 1,5 * (59,64 + 88,935) = 222,86 \text{ kN.m}$$

Con un canto de 0,4 m del muro se saca la fibra neutra y posteriormente la armadura necesaria como se hizo para armar el marco.

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 15,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para el momento a H/4 de la losa, se consideran las mismas cargas y se mayoran de la misma manera.

$$M_{H/4} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{H/4} = 1,5 * (17,42 + 50,02) = 67,444 \text{ kN.m}$$

Entonces:

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 4,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

○ Armado del intradós

La armadura vertical del intradós será dimensionada según la norma y como mínimo tiene un valor de un 30% de la armadura del trasdós.

$$0,3 * A_s = 4,665 \text{ cm}^2$$

○ Armado superior de la zapata

Para calcular el caso más desfavorable se considera que están actuando el peso de las tierras y la sobrecarga conjuntamente, igual que para el muro se aumentarán sus valores con un coeficiente de mayoración.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

El momento se calcula a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,06 \text{ m}$ – de la unión zapata-muro

$$M_{ar} = \gamma * (M_{tierras} + M_{sc})$$

$$M_{ar} = 1,5 * (130 + 33,45) * 1,8 * (0,9 + 0,06) = 423,66 \text{ kN.m}$$

Como para el muro el cálculo de la armadura es

$$h = 0,5 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 23,22 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armado inferior de la zapata

En la sección de la losa en su intersección con el intradós del muro se produce el flector M_{ab} a una distancia de $-0,15 * h_1 = 0,06 \text{ m}$ –

Por lo tanto

$$M_{ab} = \gamma * (0,56 * \sigma) * \frac{0,56}{2}$$

σ : la resultante de fuerzas verticales

$$\sigma = \frac{F}{2.e} = 99,86 \text{ kN/m}$$

De ahí

$$M_{ab} = 18,67 \text{ kN.m}$$

Por lo tanto el armado correspondiente sería

$$A_s = \frac{0,8 * X * f_{cd} * b}{f_{yd}} = 0,96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo tanto se armará con la armadura mínima correspondiente.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

➤ ARMADO MÍNIMO de la sección TIPO 2

Según la EHE-08 los mínimos a considerar en muros y en la zapata (que se considera como losa) son:

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400\text{N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500\text{N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

De ahí:

$$\text{MUROS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 3,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{ZAPATAS: } \frac{0,9}{1000} A_{\text{hormigón}} = A_s = 4,5 \text{ cm}^2$$

✓ **Resumen del armado :**

Después de calcular los mínimos y compararlos con las armaduras necesarias se resuelve el armado del muro.

MURO

$$\text{Trasdós-punto H/4} - A_{s,\text{necesaria}} = 4,51 \text{ cm}^2 - \text{por lo que se resuelve con } 4\phi 12$$

Trasdós-punto o – $A_{s,necesaria} = 15,55 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con $4\phi 12 + 4\phi 20$

La armadura horizontal del muro viene definida según la norma como un 3,2‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Con lo cual, la armadura horizontal en cada cara vendrá representada por un 1,6‰ y será de $4\phi 16$

Intradós-

$A'_s = 0,3 * A_s = 4,665 \text{ cm}^2$ por lo que se resuelve con $4\phi 16$

ZAPATA

Armado superior de la losa- $A_{s,necesaria} = 22,24 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con $5\phi 25$

Armado inferior de la losa- $A_{s,necesaria} = 0,96 \text{ cm}^2 < A_{s,min} = 4,5 \text{ cm}^2$ – por lo que se resuelve con $5\phi 12$

Armadura de reparto en losas: La armadura de reparto de la losa viene definida según la norma como un 1.8‰ de la sección de hormigón repartida en ambas caras. Se disponen tanto inferior como superior.

Se resuelve con $5\phi 12$ tanto en la cara superior como la inferior

❖ CORTANTE.

En principio, en este apartado hay que comprobar que no se necesita armadura de cortante, para ello se estudian los puntos más solicitados a cortante y se deduce que la sección que se encuentra a una distancia igual a un canto útil de la base del muro es la más desfavorable.

- Sección TIPO 1

Comprobar que

$$V_{rd} \leq V_{u2, \text{sin armadura}}$$

$$V_{u2, \text{sin armadura}} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

$$V_{rd} = 114,27 \text{ kN}$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{650}} = 1,573 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{37,7 * 10^{-4}}{1 * 0,65} = 7,55 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $\beta = 1$
- $\sigma'_{cd} = 0$ (No se considera el axil)

$$V_{u2, \sin \text{armadura}} = 322,8 \text{ kN} > V_{rd}$$

Por lo que no se necesita armar a cortante.

- Sección TIPO 2

Comprobar que

$$V_{rd} \leq V_{u2, \sin \text{armadura}}$$

$$V_{rd} = 46,335 \text{ kN}$$

$$V_{u2, \sin \text{armadura}} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \varepsilon * (100 * \rho_1 * f_{cv})^{1/3} + 0,15 \sigma'_{cd} \right) * b_o * d * \beta$$

- $\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,573 < 2$
- $\rho_1 = \frac{A_s + A_p}{b_o * d} = \frac{17,09 * 10^{-4}}{1 * 0,35} = 4,83 * 10^{-3} < 0,02$
- $f_{cv} = f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $\beta = 1$
- $\sigma'_{cd} = 0$ (No se considera el axil)

$$V_{u2, \sin \text{armadura}} = 169,81 \text{ kN} > V_{rd}$$

Por lo que no se necesita armar a cortante.

4.2.5. ELS Fisuración

En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras. Estas no suponen ningún problema para la durabilidad de la estructura y su uso normal, siempre y cuando se limite la abertura característica de fisura.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).

La abertura característica de fisura, w_k , es decir el valor de distancia entre las caras de las grietas superado solo en el 5% de los casos, será calculada para la combinación de esfuerzos del estado límite de servicio cuasi permanente.

El ambiente de exposición presente en este proyecto es el ambiente Ila para todas la estructura, por lo que la abertura máxima considerada $w_{m\acute{a}x} = 0.3\text{mm}$.

Por lo que se debe comprobar, en aquellos casos en los que se produzca fisuración que la abertura de fisura w_k es menor o igual que la máxima permitida.

Sección TIPO 1

Se comprobará la fisuración en la sección inferior del muro en su unión con la losa ya que es el punto del muro que más solicitado esta.

No se considera la actuación de la sobrecarga y se calcula con la combinación cuasipermanente dando un valor de $M_{actuante} = 330,84 \text{ kN.m}$

Cálculo del momento crítico:

$$M_{cr} = \frac{-f_{ctm,fl} * I_b}{v_2}$$

Con:

$$f_{ctm,fl} = \max\left\{\left(1,6 - \frac{h}{1000}\right) * f_{ct,m} ; f_{ct,m}\right\}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 * \sqrt[3]{f_c k^2} = 2,565 \text{ MPa}$$

$$V_2 = -0,35\text{m}$$

$$I_b = \frac{1}{12} b * h^3 = 0,028583 \text{ m}^4$$

$$M_{cr} = 209,475 \text{ kN.m} < M = 330,84 \text{ kN.m}$$

Por lo que la sección fisura.

Cálculo de la abertura de fisura:

$$wk = \beta * \epsilon_{sm} * S_m$$

- Separación media entre fisuras:

$$S_m = 2 * c + 0,2 * s + 0,4 * k_1 * \frac{\phi * A_{c,eficaz}}{A_s}$$

$$A_{c,eficaz} = (7,5 * \phi + rec) * b = 2375 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 40,25 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{b - 2 * rec}{n - 1} = 100 \text{ mm}$$

$$c = 37,5 \text{ mm}$$

$$k_1 = 0,125 \text{ Flexión simple}$$

De ahí

$$S_m = 2 * c + 0,2 * s + 0,4 * k_1 * \frac{\phi * A_{efic}}{A_s} = 168,76 \text{ mm}$$

- Alargamiento medio de las armaduras

Al no considerar axil en la losa:

$$\epsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} [1 - k_2 * (\frac{M_{cr}}{M_{cl}})^2] > 0,4 * \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Cálculo de σ_s :

Obtención de la fibra neutra:

$$\frac{1}{2} * b * x^2 + n * (A_s + A'_s) * x - n * (A'_s * d' + A_s * d) = 0$$

Con:

$$b=1\text{m}$$

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES FACTORES EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS PASO INFERIOR BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-VALDERRUBIO. T.M DE OBEILAR (GRANADA).

$$A_s = 40,25 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 7$$

$$\text{De ahí } x = 0,1612 \text{ m}$$

Cálculo de la inercia:

$$I_{eh}(x) = \frac{1}{3} * b * x^3 + n * A'_s * (x - d')^2 + n * A_s * (x - d)^2 = 8,215 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

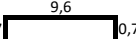

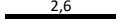


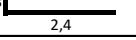
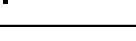
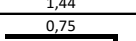
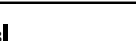
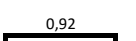


Por lo tanto:

$$\sigma_s = n * \frac{M_{cl}}{I_{eh}(x)} * z_g = -137,80 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - k_2 * \left(\frac{M_{cr}}{M_{cl}} \right)^2 \right] = 5,51 * 10^{-4}$$

$$wk = \beta * \varepsilon_{sm} * S_m = 1,7 * 4,7269 * 10^{-4} * 127,126 = 0,158 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

5. DESPIECE Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE ARMADURAS

Id	φ (mm)	Forma	Nº Piezas/m	Longitud Unitaria	Longitud Total(m/m)	Peso	Peso Total	Peso Total obra	Precio unitario por metro lineal €	Precio por metro en €	Precio total
A	25		8	11	88	3,85	338,8	6233,92	3,71	326,48	6007,232
B	25		8	11,2	89,6	3,85	344,96	6347,264	3,71	332,416	6116,4544
C	16		4	2,6	10,4	1,58	16,432	302,3488	1,64	17,056	313,8304
D	16		4	4,4	17,6	1,58	27,808	511,6672	1,64	28,864	531,0976
E	20		8	5,5	44	2,47	108,68	1999,712	2,44	107,36	1975,424
F	20		8	5,4	43,2	2,47	106,704	1963,3536	2,44	105,408	1939,5072
G	25		8	7,3	58,4	3,85	224,84	4137,056	3,71	216,664	3986,6176
H	25		8	3,25	26	3,85	100,1	1841,84	3,71	96,46	1774,864
I	25		8	7,25	58	3,85	223,3	4108,72	3,71	215,18	3959,312
J	25		8	3,25	26	3,85	100,1	1841,84	3,71	96,46	1774,864
K	10		21	2,26	47,46	0,617	29,28282	7327,732877	0,72	34,1712	8551,00109
L	12		8	1	8	0,888	7,104	1280,99328	0,95	7,6	1370,432
										1584,1192	38300,6363



ANEJO 3.-CÁLCULOS

P.I. BAJO FERROCARRIL EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD TOCÓN-
VALDERRUBIO. T M DE OBEILAR (GRANADA).