

ANEJO Nº IV:
CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA	1
3. BASES DE CÁLCULO.....	2
3.1 INSTRUCCIONES Y NORMAS APLICADAS	2
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	2
3.2.1 HORMIGÓN.....	2
3.2.2 ACERO EN LAS ARMADURAS PASIVAS.....	2
3.3 ACCIONES A CONSIDERAR	2
3.3.1 ACCIONES PERMANENTES (G).....	2
3.3.2 CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)	3
3.3.3 ACCIONES VARIABLES (Q)	3
3.3.4 CARGAS ACCIDENTALES (A)	3
3.4 NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD	3
3.4.1 NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD	3
3.4.2 COEFICIENTES DE SEGURIDAD.....	4
3.5 COMBINACIONES DE CÁLCULO	4
3.5.1 PRINCIPIOS GENERALES.....	4
3.5.2 ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU).....	5
3.5.3 ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)	5
3.6 PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADO (SAP2000)	6
4. CÁLCULO DEL MARCO	6
4.1 MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	6
4.2 ACCIONES CONSIDERADAS	7
4.2.1 ACCIONES PERMANENTES (G).....	7
4.2.2 CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)	8
4.2.3 ACCIONES VARIABLES (Q).....	9
4.2.4 CARGAS ACCIDENTALES.....	10
4.3 VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)	12
4.3.1 ESFUERZOS	12
4.3.2 ELU DE FLEXOCOMPRESIÓN	12
4.3.3 ELU DE CORTANTE	16
4.4 VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS).....	19
4.4.1 CÁLCULO DE LA ABERTURA DE FISURA	19

5. CÁLCULO DE LAS ALETAS20

5.1 INTRODUCCIÓN.....	20
5.2 SECCIONES TIPO	20
5.3 ACCIONES CONSIDERADAS	21
5.4 COMPROBACIONES DE SERVICIO	21
5.5 CÁLCULO DE LAS SECCIONES TIPO.....	22
5.5.1 SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).....	22
5.5.2 SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).....	23
5.6 VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU).....	23
5.6.1 MURO	23
5.6.2 ZAPATA	26

APÉNDICE Nº I: DIAGRAMAS EN SAP.....32

1.1 DIAGRAMAS DE AXILES	32
1.1.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA	32
1.1.2 ELS CARACTERÍSTICA	32
1.1.3 ELS CUASIPERMANENTE	32
1.1.4 ELA SISMO.....	32
1.2 DIAGRAMAS DE CORTANTES.....	33
1.2.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA	33
1.2.2 ELS CARACTERÍSTICA	33
1.2.3 ELS CUASIPERMANENTE	33
1.2.4 ELA SISMO.....	33
1.3 DIAGRAMAS DE FLECTORES	34
1.3.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA	34
1.3.2 ELS CARACTERÍSTICA	34
1.3.3 ELS CUASIPERMANENTE	34
1.3.4 ELA SISMO.....	34

APÉNDICE Nº II: TABLAS EN SAP.....36

1. GEOMETRÍA DE LOS NUDOS36

2. GEOMETRÍA DE LAS BARRAS36

3. REACCIONES EN LOS NUDOS37

4. DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS38

5. ESFUERZOS EN LAS BARRAS..... 43

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el cálculo de la estructura tipo marco que conlleva la realización del “Proyecto de la reposición del camino en el PK 10+278 del tramo Cocentaina – Muro de Alcoy de la A7” que servirá para poder atravesar la Autovía del Mediterráneo de Sur a Norte.

El presente Anejo de Cálculo tiene como finalidad:

- Plantear las bases de diseño necesarias para poder comenzar con el cálculo de la estructura.
- Aplicar las instrucciones y normativas de obligado cumplimiento, así como las recomendaciones que el Ministerio de Fomento pueda tener publicadas.
- Realizar una descripción detallada de los materiales que posteriormente se emplearán para su construcción, definiendo perfectamente sus dimensiones y propiedades resistentes.
- Especificar las acciones a las que se va a ver sometida la estructura a lo largo de su vida útil ya sea mediante sus valores característicos o con los valores ponderados para E.L.U o para E.L.S. con la finalidad de realizar un cálculo seguro de la estructura.
- Justificar las soluciones estructurales adoptadas para resolver los distintos elementos de la estructura a partir de los cálculos obtenidos.

La estructura a calcular es un marco de hormigón de ejecución “in situ” y de dimensiones interiores 12 m x 5,5 m, con un espesor de hastial de 1,0 metro y con un espesor de losa de 1,2 metros. Las aletas situadas en la embocadura del paso tienen la función de contener las tierras del terraplén que conforma la plataforma.

Dicha estructura representará la ejecución de un camino, que estará calculado con un ancho de 12 metros para permitir el paso de todo tipo de vehículos en dos carriles del mismo sentido, de Sur a Norte.

2. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

El presente proyecto dará solución a la reposición de un camino mediante un paso inferior que se materializara en una estructura tipo marco y que estará situado en el PK 10+278, muy próximo a la pedanía Setla de Nunyes del término municipal de Muro de Alcoy.

La longitud de la estructura viene condicionada por la curva que se ha proyectado que es de 31,2 metros de longitud, medidos en el carril interior de la calzada.

Las dimensiones interiores de la estructura son 12,00 x 5,5 metros, con un gálibo interior libre de 12,00 x 5,00 metros. Tanto la losa superior como la inferior tienen un espesor de 1,2 metros y los hastiales son de 1,00 metro de espesor.

La función de cimentación la realizará la losa inferior, que asentará directamente en el terreno.

Para la contención del terreno a la entrada y salida del marco, se han provisto unas aletas formando un ángulo de 45º con el eje de la Autovía del Mediterráneo en el extremo Norte y un ángulo de 35º en el extremo Sur. Estas aletas se cimentarán mediante zapata.

La altura de las aletas viene directamente condicionada por la altura del marco, pues estas arrancan directamente de él. Así pues, tendrán una altura en su comienzo de 6,7 metros hasta llegar, al final a una altura de 1 metro. Es muy común en la construcción de aletas, si son de gran longitud, realizar varios tramos de aleta, con diferentes dimensiones geométricas tanto del muro como de la zapata. En este caso, debido a que todas las aletas son de pequeñas longitudes entre 4,5 y 7,5 metros, se ha descartado dividir en varios tramos.

El coeficiente de balasto utilizado para el cálculo de la estructura es de $k = 1,28 \text{ kp/cm}^3$.

Los paramentos verticales tanto del marco como de las aletas se drenan mediante una capa drenante y un tubo rasurado de P.V.C. de 200 mm de diámetro, que permitirá evacuar las aguas que se filtren en el trasdós del marco.

Debido a que la altura de la construcción a realizar no es muy elevada, se procederá a su ejecución mediante una cimbra convencional que apoyará directamente sobre el terreno.

Las distintas fases que conforman el proceso constructivo del marco serán las siguientes:

- Fase 1: Excavación del terreno natural hasta la cota inferior de las zahorras.
- Fase 2: Ejecución de los módulos de hormigón armado.
- Fase 3: Ejecución de las aletas.
- Fase 4: Ejecución del relleno de la cuna de transición.
- Fase 5: Ejecución del firme del trazado inferior.
- Fase 6: Terminaciones y acabados.

3. BASES DE CÁLCULO

3.1 INSTRUCCIONES Y NORMAS APLICADAS

Para la elaboración del presente proyecto se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- (1) CEN (2006). *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón*. UNE-EN 1993-2:2013.
- (2) MINISTERIO DE FOMENTO (2008). *Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)*.
- (3) MINISTERIO DE FOMENTO (2011). *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)*.
- (4) MINISTERIO DE FOMENTO (2007). *Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)*.
- (5) DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS (1992). *Nota de servicio sobre losas de transición en obras de paso*.
- (6) DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS Y CEDEX (2009). *Guía de cimentaciones en obras de carretera*.
- (7) J.CALAVERA (1993). *Manual de detalles constructivos en obras de Hormigón Armado*.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.2.1 HORMIGÓN

Se emplearán distintos tipos de hormigón dependiendo de la estructura y del elemento que vaya a conformar:

- Hormigón de limpieza HM-15 ($f_{ck}=15$ MPa).
- Hormigón en cimentaciones HA-30/P/20/Ila.
- Hormigón en alzados HA-30/P/20/Ila.

Las principales características del hormigón empleado en cimentaciones y alzados son:

- HA-30/P/20/Ila
 - ❖ Resistencia característica en compresión: 30 MPa
 - ❖ Consistencia Plástica
 - ❖ Tamaño máximo del árido: 20 mm

- ❖ Ambiente de exposición: Ila – XC2
- ❖ Coeficiente de seguridad ELU del hormigón: 1.5
- ❖ Resistencia de cálculo en compresión: 20 MPa

3.2.2 ACERO EN LAS ARMADURAS PASIVAS

Se empleará en todos los elementos de armado del hormigón el acero tipo B-500SD. Sus principales características son:

- ❖ Resistencia característica de la armadura: 51000.00 T/m²
- ❖ Coeficiente de seguridad en rotura: 1.15
- ❖ Resistencia de cálculo de la armadura: 44347.83 T/m²
- ❖ Módulo de elasticidad Es: 2100000 T/m²

3.3 ACCIONES A CONSIDERAR

3.3.1 ACCIONES PERMANENTES (G)

Son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición. Las más importantes son:

- Peso propio: Es la acción debida a los elementos estructurales. El valor de dicha acción se obtiene a partir de las dimensiones específicas en los planos. Se considera un peso específico del hormigón de 25 Kg/m³.
- Cargas muertas: Es la acción debida a los elementos no estructurales, tales como las cargas de las tierras que se encuentran sobre el marco

3.3.2 CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)

Son aquellas que actúan en todo momento pero cuya magnitud no es constante.

- Empuje activo: Es el mínimo valor de empuje al que están sometidos los hastiales.
- Empuje al reposo del terreno: Es el máximo valor de empuje al que están sometidos los hastiales. Es el incremento que sufre el empuje activo hasta alcanzar el empuje al reposo.

3.3.3 ACCIONES VARIABLES (Q)

Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura:

- Tren de cargas: Para realizar la simulación del tráfico se realizan las siguientes acciones sobre la estructura:
 - ❖ Sobrecarga repartida: Se trata de una sobrecarga uniforme de 9 KN/m^2 extendida en toda la plataforma de la losa superior del marco o en parte de ella, según sea mas desfavorable para el estudio.
 - ❖ Carro de cargas: Se trata de la sobrecarga de un vehículo cuyo eje longitudinal se considera paralelo al de la calzada, y esta formado por cuatro cargas de 300 KN cada una.
 - ❖ Sobrecarga en terraplenes adyacentes: Según la IAP-11, a efectos de cálculo del empuje del terreno sobre algún elemento del marco en contacto con él, se considerará actuando en la parte superior del terraplén, en la zona por donde pueda discurrir el tráfico, una sobrecarga uniforme de 10 KN/m^2 .

3.3.4 CARGAS ACCIDENTALES (A)

Son aquellas que su probabilidad de que se ocasionen es pequeña, pero si sucediesen serían de gran importancia.

- Sismo: Según la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSP-07, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b cumpla que $a_b < 0.04g$, donde g es la aceleración de la gravedad. Tampoco será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones en que la aceleración sísmica horizontal de cálculo a_b cumpla que $a_b < 0.04g$.

3.4 NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

3.4.1 NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD

3.4.1.1 CONTROL DE EJECUCIÓN

A continuación se especifican los niveles de control de ejecución para cada elemento de la estructura:

- Cimentaciones: Control a nivel INTENSO.
- Marco: Control a nivel INTENSO.
- Aletas: Control a nivel INTENSO.

El control a nivel intenso exige que el constructor posea un sistema de calidad propio, auditado de forma externa, y que la elaboración de la ferralla y los elementos prefabricados, en caso de existir, se realicen en instalaciones industriales fijas y un sistema de certificación voluntario.

3.4.1.2 CONTROL DE MATERIALES

A continuación se muestra el control realizado en cada uno de los materiales de la estructura:

- Hormigón: Control a nivel ESTADÍSTICO.
- Acero: Control a nivel NORMAL.

El control estadístico en el hormigón es de aplicación general en obras de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón pretensado.

El control a nivel normal en el acero se aplica a todas las armaduras, tanto activas como pasivas.

3.4.2 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Se siguen las prescripciones del Eurocódigo 2, teniendo en cuenta los niveles de control señalados en el apartado anterior. A continuación, se señalan los coeficientes de seguridad que se utilizarán en el cálculo del marco:

- Estados límite últimos (ELU): Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos en situación persistente o transitoria son:

❖ Hormigón: $\gamma_c = 1.50$

❖ Acero: $\gamma_s = 1.15$

Y para la situación accidental son:

❖ Hormigón: $\gamma_c = 1.30$

❖ Acero: $\gamma_s = 1.00$

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones en situación persistente o transitoria son:

ACCIÓN		EFECTO	
		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5
	Acciones climáticas	0	1,5
	Empuje hidrostático	0	1,5
	Empuje hidrodinámico	0	1,5
	Sobrecargas de construcción	0	1,35

- Estados límite de servicio (ELS): Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite de Servicio en situación persistente o transitoria son:

❖ Hormigón: $\gamma_c = 1.00$

❖ Acero: $\gamma_s = 1.00$

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones en situación persistente o transitoria son:

ACCIÓN		EFECTO	
		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,0
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,0
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,0
	Empuje hidrostático	0	1,0
	Empuje hidrodinámico	0	1,0
	Sobrecargas de construcción	0	1,0

3.5 COMBINACIONES DE CÁLCULO

3.5.1 PRINCIPIOS GENERALES

Para cada una de las situaciones estudiadas se establecerán las posibles combinaciones de acciones. Una combinación de acciones consiste en un conjunto de acciones compatibles que se considerarán simultáneamente para una comprobación determinada.

Cada combinación, en general, estará formada por las acciones permanentes, una acción variable determinada y una o varias acciones variables concomitantes. Cualquiera de las acciones variables puede ser determinante.

3.5.2 ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)

Para las distintas situaciones de proyecto en estados límite últimos, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situación permanente o transitoria:

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

- Situación accidental:

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

- Situación sísmica:

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

Siendo:

- $G_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes.
- $G^*_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanente de valor no constante.
- P_k Valor característico de la acción del pretensado
- $Q_{k,1}$ Valor característico de la acción variable determinante
- $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.
- $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ Valor representativo frecuente de la acción variables determinante.
- A_k Valor característico de la acción accidental.
- $A_{E,k}$ Valor característico de la acción sísmica.

3.5.3 ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

Para los Estados Límite de Servicios se consideran únicamente las situaciones de proyecto persistentes y transitorias. En estos casos, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Combinación poco probable:

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

- Combinación frecuente:

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

- Combinación cuasipermanente:

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

Los valores de los coeficientes ψ son los siguientes:

- $\psi_0 = 0,6$
- $\psi_1 = 0,5$
- $\psi_2 = 0,2$

3.6 PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADO (SAP2000)

Para el cálculo del paso inferior se ha recurrido a su modelización en el potente programa informático de cálculo SAP2000 (Versión 16.0.0). Computers and structures, Inc., 2013.

SAP2000 es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelización, análisis y dimensionamiento del más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.

En este caso, se ha realizado un modelo bidimensional de la sección tipo del marco formado por nudos y barras como se explicará detalladamente en el apartado “4.1 Modelización de la estructura”.

4. CÁLCULO DEL MARCO

4.1 MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para la realización del cálculo del paso inferior, se ha empleado un modelo de elementos finitos tipo marco formado por nudos y barras. Para ello, se ha utilizado el programa informático SAP2000 como ya hemos mencionado en el apartado anterior.

En dicho programa, la estructura queda modelizada mediante una sección transversal de un metro de espesor. Las dimensiones de esta sección son las de los gálidos (horizontal y vertical) interiores libres del paso inferior más la mitad de los espesores. Por tanto, el gálibo vertical total será igual al libre vertical más la mitad del espesor de la solera y del dintel. Por otra parte, el gálibo horizontal total será igual al libre horizontal más la mitad del espesor de cada hastial.

Una vez establecidas las características geométricas de la sección transversal que modeliza la estructura, podemos establecer que las dimensiones transversales para realizar los cálculos son de 13 metros de ancho (12 metros de gálibo libre y 1 metro de dos veces medio espesor de los hastiales) y 6,7 metros de alto (5,5 metros de gálibo libre, 0,6 metros del espesor de media solera y 0,6 metros del espesor de medio dintel).

Para la posterior explicación, se ha realizado al final de este apartado un croquis del modelo con una numeración que no se corresponde con la del modelo introducido en SAP2000. Se ha decidido establecer esta numeración para facilitar la comprensión. En el modelo introducido en SAP2000, se ha realizado un rectángulo de dimensiones 13 m x 6 m, para posteriormente ser dividido cada uno de sus lados en 10 barras. Por ello, la numeración esta mezclada, y se ha considerado que el croquis lleve otra numeración

La losa inferior queda representada en este modelo mediante 10 barras horizontales (de la barra 31 a la 40) y 11 nudos (del nudo 31 al 1). Estos elementos se han caracterizado con los materiales y las secciones adecuadas:

- $A=1,2 \text{ m}^2$
- $I=0.144 \text{ m}^4$
- $E=2726400 \text{ T/m}^2$
- $W=0.24 \text{ m}^4$

Los hastiales quedan representados en la rebanada por 10 barras verticales cada uno (de la barra 1 a la 10 en el hastial izquierdo y de la 21 a la 30 en el hastial derecho) y por 11 nudos (del nudo 1 al 11 en el hastial izquierdo y del 21 al 31 en el hastial derecho). En este caso, a los elementos se les asigna la sección y los materiales siguientes:

- $A=1 \text{ m}^2$
- $I=0.0833 \text{ m}^4$
- $E=2726400 \text{ T/m}^2$
- $W=0.1667 \text{ m}^4$

Para el caso de la losa superior, al igual que en el caso de la losa inferior, la rebanada se ha modelizado con 10 barras horizontales (de la barra 11 a la 20) y 11 nudos (del nudo 11 al 21). Los elementos se han caracterizado con las secciones y los materiales siguientes:

- $A=1,2 \text{ m}^2$
- $I=0.144 \text{ m}^4$
- $E=2726400 \text{ T/m}^2$
- $W=0.24 \text{ m}^4$

El apoyo de la losa inferior sobre el terreno natural se modeliza mediante una serie de muelles verticales unidos a los distintos nudos entre barras que forman la losa inferior en la rebanada. Dichos muelles tienen una rigidez que se estimará, en función del módulo de balasto del terreno de apoyo, de la siguiente forma:

$$\text{Rigidez (KN/m)} = \text{Módulo de balasto (KN/m}^2\text{)} \times \text{Área de influencia (m}^2\text{)}$$

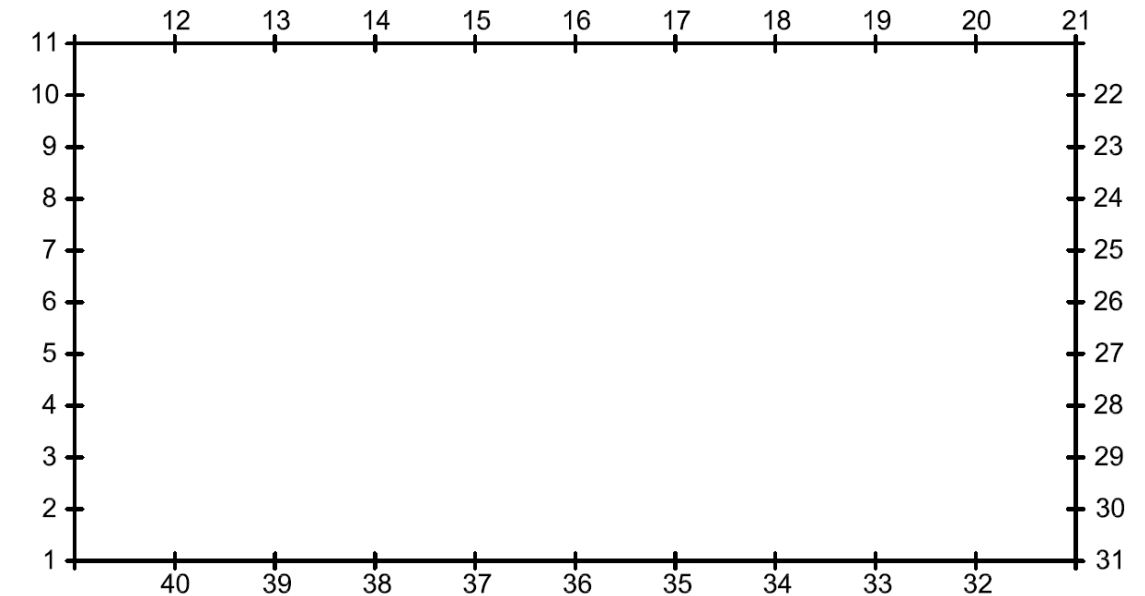
El dimensionamiento de la losa de cimentación se realizará con el módulo de balasto obtenido en el anejo geotécnico que es de:

$$K = 12800 \text{ KN/m}^2$$

Como el eje de la solera tiene un ancho de 13 metros, y esta dividido en 10 barras de 1,3 metros de longitud cada una, la rigidez de cada muelle será:

$$\text{Rigidez} = 12800 \text{ KN/m}^2 \cdot 1,3 \text{ m} = 16640 \text{ KN/m}$$

A continuación, se muestra el croquis que representa el modelo de barras y nudos utilizado para realizar los cálculos. En el se puede ver la numeración que se ha dado a las barras y a los nudos:



4.2 ACCIONES CONSIDERADAS

4.2.1 ACCIONES PERMANENTES (G)

4.2.1.1 PESO PROPIO

Esta acción es la que se corresponde con el peso de los elementos estructurales.

Este peso se obtendría multiplicando el peso específico del material por el volumen de cada elemento. Pero el programa SAP2000, habiendo introducido las características específicas del material y las secciones de cada elemento, ya se encarga de obtenerlo y tenerlo en cuenta en los cálculos en los que se estime oportuno.

4.2.1.2 CARGAS MUERTAS

Sobre esta estructura, en la sección más desfavorable, tenemos una altura de tierras de 2,5 metros. Para considerar la carga que supone este volumen de materiales sobre la estructura, y sabiendo que el terraplén tiene un peso específico de 20 KN/m^3 se ha obtenido una carga muerta de las tierras sobre el marco de 50 KN/m .

4.2.2 CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (G*)

4.2.2.1 PESO DE TIERRAS

El espesor de tierras que existirá por encima de la estructura que es de 2.5 metros, también producirá en los hastiales empujes que hay que considerar en el cálculo. A continuación, se procede al cálculo de los valores de estos empujes, tanto para el caso en el que se trate de empuje activo, como para el caso en el que se trate de empuje al reposo.

➤ EMPUJE ACTIVO

Como mínimo valor de empuje al que están sometidos los hastiales del marco se ha tomado el empuje activo del terreno.

Se ha considerado un ángulo rozamiento de 30° ($\Phi=30^\circ$), un peso específico del terreno de 20 KN/m^3 y un valor del coeficiente de rozamiento de tierras-hastial de 0° ($c=0^\circ$).

El valor del coeficiente de empuje K_a según la teoría de Coulomb es:

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \frac{1 - \sin(30)}{1 + \sin(30)} = 0,333$$

El empuje activo sobre los hastiales, se obtiene a partir de la ecuación:

$$E_a = K_a \cdot \gamma \cdot H$$

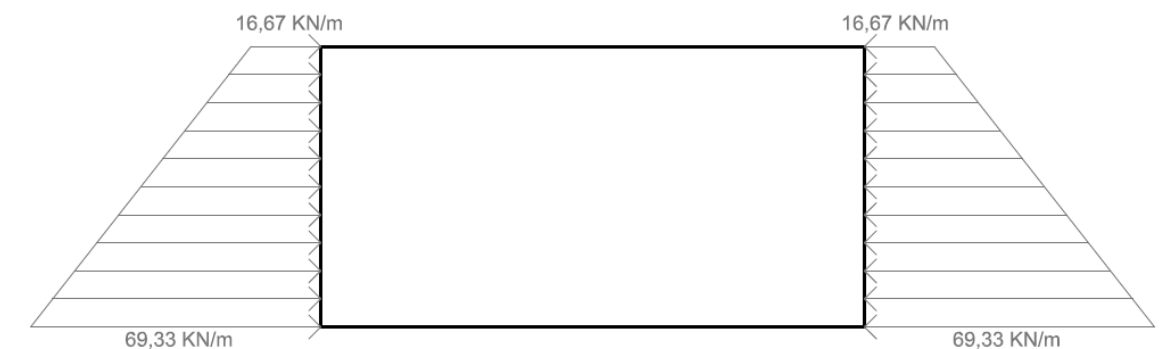
Siendo:

- ❖ K_a : Coeficiente de empuje activo.
- ❖ γ : Peso específico del terreno (KN/m^3).
- ❖ H : Profundidad desde la superficie del terreno.

Por tanto, los valores significativos para definir la carga trapezoidal distribuida son los extremos, es decir, el valor en el dintel y el valor en la losa inferior. A continuación, se establecen estos valores y posteriormente se muestra un croquis en el que se muestran para la sección de un metro de ancho:

$$E_a(2,5) = 0,333 \cdot 20 \cdot 2,5 = 16,67 \text{ KN/m}^2$$

$$E_a(10,4) = 0,333 \cdot 20 \cdot 10,4 = 69,33 \text{ KN/m}^2$$



➤ EMPUJE AL REPOSO

En este caso Se ha tomado como máximo valor del empuje sobre los hastiales del marco el empuje al reposo del terreno. Se trata del incremento que sufrirá el empuje activo calculado en el apartado anterior hasta alcanzar el empuje al reposo.

El valor del coeficiente de empuje al reposo K_0 para un terreno normalmente consolidado es:

$$K_a = 1 - \sin(\phi) = 1 - \sin(30) = 0,5$$

El empuje al sobre los hastiales, se obtiene a partir de la misma ecuación que el empuje activo, pero con el coeficiente de empuje al reposo:

$$E_0 = K_0 \cdot \gamma \cdot H$$

Siendo:

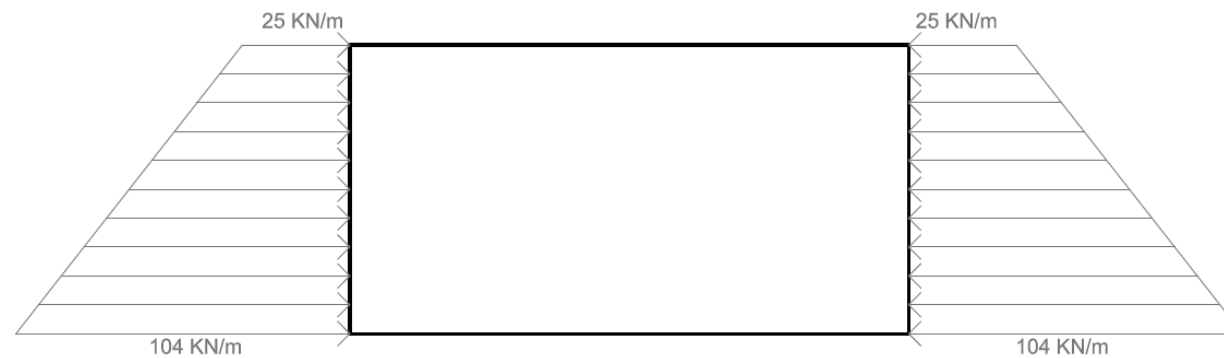
- ❖ K_0 : Coeficiente de empuje al reposo.
- ❖ γ : Peso específico del terreno (KN/m^3).

❖ H : Profundidad desde la superficie del terreno.

Por tanto, los valores significativos para definir la carga trapezoidal distribuida son los extremos, es decir, el valor en el dintel y el valor en la losa inferior. A continuación, se establecen estos valores y posteriormente se muestra un croquis en el que se muestran para la sección de un metro de ancho:

$$E_0(2,5) = 0,5 \cdot 20 \cdot 2,5 = 25 \text{ KN/m}^2$$

$$E_0(10,4) = 0,5 \cdot 20 \cdot 10,4 = 104 \text{ KN/m}^2$$



4.2.3 ACCIONES VARIABLES (Q)

4.2.3.1 TREN DE CARGAS

➤ SOBRECARGA REPARTIDA

Según la IAP-11, se trata de una sobrecarga uniforme de 9 KN/m^2 extendida en toda la plataforma de la losa superior del marco o en parte de ella, según sea más desfavorable para el estudio.

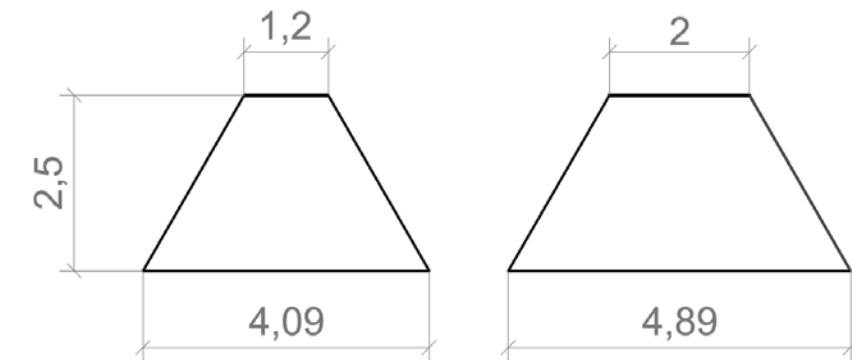
➤ CARRO DE CARGAS

Se trata de la sobrecarga de un vehículo, cuyo eje longitudinal del vehículo se considera paralelo al de la calzada, y esta formado por cuatro cargas de 300 KN cada una, dos en cada eje.

La separación de las cargas en sentido longitudinal es de 1,2 metros, y en sentido transversal es de 2 metros. La superficie sobre la que actúa cada carga es un cuadrado de 0.40 m de lado.

En el modelo utilizado para hacer los cálculos, las barras que forman el modelo del marco de la losa superior tienen una longitud de 1,3 metros.

Debido a que al atravesar el terreno la carga se transmite sobre mayor superficie, hay que averiguar esta superficie. Para ello, se ha aproximado dicha ampliación a una pirámide truncada cuyas caras forman 60 grados con la base de esta. A continuación, se muestra en imágenes dicha ampliación con los valores de las dimensiones de la base, que serán las que se encuentren en la losa superior del marco.



Una vez tenemos los valores de la superficie en la que se distribuyen las cuatro cargas de 300 KN, ya podemos establecer la carga uniforme equivalente y sus dimensiones.

Por tanto, la carga uniforme equivalente en la sección del marco tendrá 4,09 metros que son aproximadamente 3 módulos de los 10 en los que se ha dividido la losa superior, y su valor será:

$$q = \frac{4 \cdot 300}{4,09 \cdot 4,89} = 60 \text{ KN/m}^2$$

Para introducirla, consideraremos que tiene longitud 3 módulos e iremos introduciendo casos de carga en los que se vaya transportando a lo largo de la losa superior, desde que aparece por la izquierda hasta que desaparece por la derecha.

➤ SOBRECARGA EN TERRAPLENES ADYACENTES

Según la IAP-11, a efectos de cálculo del empuje del terreno sobre algún elemento del marco en contacto con él, se considerará actuando en la parte superior del terraplén, en la zona por donde pueda discurrir el tráfico, una sobrecarga uniforme de 10 KN/m^2 .

Esta sobrecarga producirá un empuje del terreno que será una sobrecarga uniforme sobre los hastiales de 10 KN/m^2 multiplicados por el coeficiente de empuje activo 0,333. Por tanto, una sobrecarga uniforme en los hastiales de $3,33 \text{ KN/m}^2$.

4.2.4 CARGAS ACCIDENTALES

4.2.4.1 SISMO

En este apartado, al igual que también se ha realizado en el anejo geotécnico, se va a analizar la sismicidad de la zona atendiendo a la normativa vigente que es la Norma de Construcción Sismorresistente NCSP-07, la cuál establece los municipios con riesgo sísmico.

Esta normativa tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas obras en las que sea aplicable.

En la NCSP-07 las obras se clasifican de acuerdo con el uso al que se destinan y con los daños que puede ocasionar su destrucción. Las obras de este proyecto se clasifican de importancia especial, ya que los problemas ocasionados por la acción sísmica interrumpirían un servicio para la colectividad que se considera imprescindible, como lo es la Autovía del Mediterráneo.

➤ ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA

En el territorio nacional, la peligrosidad sísmica se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra la aceleración sísmica básica (a_b) expresada en relación al valor de la gravedad (g), un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, y el coeficiente de contribución (K), que tiene en cuenta la influencia de los diversos tipos de terremotos esperados y la peligrosidad sísmica en cada punto.

En el anejo 1 de la NCSP-07 se detallan, en un listado por municipios, los valores de la aceleración sísmica básica iguales o superiores a $0.04g$, junto con los del coeficiente de contribución (K). La normativa establece que si la aceleración sísmica básica es igual o mayor a $0.04g$, deberán tenerse en cuenta los posibles efectos producidos. En nuestro caso, el término

municipal afectado por las obras es el de Muro de Alcoy, que tiene una aceleración sísmica básica (a_b/g) de 0.07 y un coeficiente de contribución (K) igual a 1.0.

➤ ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO

En la NCSP, se define la aceleración sísmica de cálculo como:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Siendo:

- a_b : Aceleración sísmica básica (obtenida en el apartado anterior).
- ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción y de la vida útil de la estructura. Depende a su vez de :

$$\rho = \rho_I \cdot \rho_{II}$$

- ❖ ρ_I : Factor de importancia, función de la importancia del puente. En nuestro caso, al considerarse de especial importancia adquiere el valor de 1.3.
- ❖ ρ_{II} : Factor modificador para considerar un período de retorno diferente de 500 años. En nuestro caso, la estructura tiene un período de retorno igual a 500 años por lo que este valor es igual a la unidad.
- S : Coeficiente de amplificación del terreno. Para el caso en el que $\rho \cdot a_b \leq 0.1g$ el coeficiente de ampliación es:

$$S = \frac{C}{1,25}$$

Según la normativa, el terreno de nuestra obra es del tipo III, siendo éste un suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Para este tipo de terreno se le asigna un coeficiente C de 1,6. Dicho coeficiente, no contempla el posible colapso del terreno bajo la estructura durante el terremoto debido a la inestabilidad del terreno, como en el caso de arcillas sensibles, densificación de suelos, hundimiento de cavidades subterráneas, movimiento de ladera, etc.

Una vez establecida toda la formulación para la obtención de la aceleración sísmica de cálculo, se procede a la determinación de esta para un terreno de tipo III y una estructura de importancia especial:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = \frac{C}{1,25} \cdot \rho_I \cdot \rho_{II} \cdot a_b = \frac{1,6}{1,25} \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,07 \cdot g = 0,1165g \text{ m/s}^2$$

Con respecto a la Instrucción sobre la Acciones a considerar en el proyecto de Puentes de carretera (IAP - 11), esta establece que las acciones sísmicas en puentes se considerarán cuando el valor de la aceleración de cálculo sea superior o igual a seis centésimas de g ($> 0.06g$), por tanto en nuestro caso, será de aplicación a lo largo de todo el cálculo.

➤ MÉTODO DEL MODO FUNDAMENTAL

Este método consiste en averiguar una fuerza equivalente que habría que aplicar sobre la estructura, para simular los efectos producidos por el sismo. A parte de esta fuerza, como veremos en el apartado siguiente, también hay que tener en cuenta que leyes de empujes produciría el terreno con la presencia de sismo.

La fuerza equivalente sobre la estructura es la siguiente:

$$F_{eq.sismo} = M \cdot a_c \cdot S_a = 123,25 \cdot 0,1165 \cdot g \cdot 2,857 = 402,432 \text{ KN}$$

Siendo:

- M : Masa que interviene en el movimiento de vibración. Se considera la masa de medio marco y la de las tierras que se encuentran sobre el marco:
- $M = (14 \cdot 1,2 \cdot 1) \cdot 2,5 + 2 \cdot (2,25 \cdot 1 \cdot 1) \cdot 2,5 + (2,5 \cdot 14 \cdot 1) \cdot 2,0 = 123,25 \text{ tn}$
- a_c : Aceleración sísmica de cálculo (obtenida en el apartado anterior).
- S_a : Espectro de respuesta elástica de aceleraciones, que se corresponde con el de un oscilador lineal simple:

En primer lugar, hay que obtener el período de vibración de un oscilador simple:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M}{K}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{123,25}{58139,53}} = 0,29 \text{ s}$$

K : Rigidez del conjunto hastiales y los superior. Obtenida mediante el modelo en SAP.

Debido a que el período de vibración se encuentra en el intervalo entre $T_A = 0,16 \text{ s}$ y $T_B = 0,64 \text{ s}$, la fórmula para el cálculo del espectro de respuesta elástica de aceleraciones es la siguiente:

$$S_a = 2,5 \cdot v \cdot a_c = 2,5 \cdot 1 \cdot 0,1165 \cdot g = 2,857$$

Siendo:

- ❖ v : Factor corrector dependiente del amortiguamiento equivalente de la estructura. Se encuentra en el apartado 4.2.3.3 de la NCSP-07

$$v = \left(\frac{5}{\zeta}\right)^{0,4} = \left(\frac{5}{1}\right)^{0,4} = 1$$

ζ : Índice de amortiguamiento. Para Hormigón armado, según el apartado 4.2.3.3 es igual a 5.

➤ LEYES DE EMPUJES DEL TERRENO EN SISMO

Por último, se va a calcular la ley de empujes que produciría el terreno en presencia del fenómeno del sismo, con esto ya quedaría caracterizada la acción sísmica por completo. Para ello, se recurre al método de Mononobe – Okabe como muestra el Anejo 6 de la NCSP -07. Esta teoría se basa en la consideración de una ley de empujes inversa a la que se da en la situación estática, aumentando el empuje con la altura.

La formulación de la ley de empujes en presencia de acción sísmica es la siguiente:

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

Siendo:

- γ' : Peso específico aparente del terreno (KN/m^3)
- H : Altura respecto a la solera (m)
- K_{AD} : Coeficiente de empuje activo dinámico
- K_{AE} : Coeficiente de empuje activo estático

Según la teoría del equilibrio límite, el coeficiente de empuje activo dinámico (K_{AD}) es el siguiente:

$$K_{AD} = \frac{(1 \pm k_v) \cdot \cos 2(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \cos^2(\beta) \cdot \cos(\delta - \beta + \theta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - i - \theta)}{\cos(\delta - \beta + \theta) \cdot \cos(i - \beta)}}\right]^2} = 0,427$$

Siendo:

- β y i : Ángulos que dependen de la inclinación del paramento del muro o del terreno. En este caso ambos son nulos.
- ϕ : Ángulo de rozamiento del terreno. $\phi = 30^\circ$
- δ : Ángulo de rozamiento estructura-terreno. Lo suponemos $2/3 \phi$.
- θ : Ángulo de gravedad aparente.

$$\theta = \arctg\left(\frac{k_h}{1 + k_v}\right) = \arctg\left(\frac{a_c/g}{1 + a_c/2g}\right) = 6,282$$

- k_h : Coeficiente sísmico horizontal
- k_v : Coeficiente sísmico vertical

Por tanto, la ley de empujes del terreno en presencia de sismo será de:

$$E_{AD}(0) = 0 \text{ KN/m}$$

$$E_{AD}(7,9) = 58,67 \text{ KN/m}$$

4.3 VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)

4.3.1 ESFUERZOS

Una vez calculadas todas las cargas, se le aplicará a la estructura de elementos finitos modelizada en el apartado 4.1 de este mismo anejo.

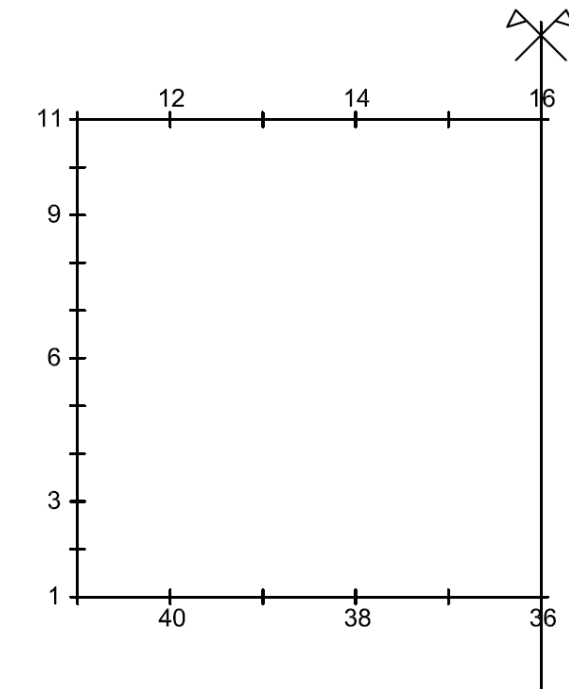
Estas cargas se combinan según lo indicado en el apartado 3.5.2, también de este mismo anejo, y a partir de estas, se obtienen las envolventes correspondientes a cada una de ellas.

De estas envolventes obtenemos los valores máximos y mínimos de los axiles, cortantes y flectores. Estos valores serán los que utilizemos para el dimensionamiento de la armadura.

4.3.2 ELU DE FLEXOCOMPRESIÓN

La determinación de la armadura necesaria a disponer en cada una de las partes del marco para que éste resista los esfuerzos de flexocompresión a los que se va a ver sometido a lo largo de su vida útil se realizará en función de las envolventes de esfuerzos obtenidas mediante la consideración de Estado Límite Último de flexión y de axil.

Se tomarán, de las envolventes obtenidas, los valores máximos y mínimos de los momentos flectores y se realizarán todas las combinaciones posibles entre ellos, obteniendo así los casos más desfavorables. Estos valores se han tomado en unos nudos determinados de la sección utilizada para la realización del modelo estructural. Así pues, los nudos que se toman son sólo de medio marco ya que las envolventes serán simétricas, debido a la simetría de la estructura. Concretamente, los nudos son los siguientes:



4.3.2.1 ARMADO DE LA LOSA SUPERIOR

La losa superior se dimensiona considerando que está sometida a flexión, axil y cortante, siendo el caso más desfavorable siempre el de axil mínimo, cortante máximo y momento máximo. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada nudo comprobado:

➤ NUDO 16

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\max} = 2374,09 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 54,33 \text{ cm}^2$$

$$N_{\min} = 86,426 \text{ KN}$$

$$V_{\max} = 177,47 \text{ KN}$$

➤ NUDO 14

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}} = 1866,30 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 45,35 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mín}} = 86,426 \text{ KN}$$

$$V_{\text{máx}} = 568,73 \text{ KN}$$

➤ NUDO 12

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}} = -310,11 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 16,80 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mín}} = 86,426 \text{ KN}$$

$$V_{\text{máx}} = 995,58 \text{ KN}$$

➤ NUDO 11

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}} = -1502,81 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 44,71 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mín}} = 86,426 \text{ KN}$$

$$V_{\text{máx}} = 1211,36 \text{ KN}$$

El armado a disponer en la losa superior será el siguiente:

- ❖ Armado de flexión superior: Estará formado por una armadura de $\varnothing 32/30$ que se coloca para resistir la flexión en la unión con los hastiales y además por una armadura de refuerzo en la esquina del marco de $\varnothing 25/15$ diseñada para resistir los picos de flexión negativa que se alcanzan en la unión. Este refuerzo se alargará a lo largo de la losa 4,40 metros.
- ❖ Armado de flexión inferior: Estará formado por una armadura base de $\varnothing 32/15$ a la que se le añadirá un refuerzo en la parte central de $\varnothing 20/30$ con una longitud de 6,5 metros.
- ❖ Armado de reparto: Se calcula a partir de unos mínimos mecánicos y unos geométricos. Además, tiene que cumplir ser un 20% de la armadura principal. En este caso, se han dispuesto $\varnothing 20/30$ en ambas caras de la losa.

4.3.2.2 ARMADO DE LA LOSA INFERIOR

La losa inferior también se dimensiona considerando que está sometida a flexión, axil y cortante, siendo el caso más desfavorable siempre el de axil mínimo, cortante máximo y momento máximo. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada nudo comprobado:

➤ NUDO 36

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\text{máx}} = 1923,39 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 43,80 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mín}} = 114,31 \text{ KN}$$

$$V_{\text{máx}} = 175,54 \text{ KN}$$

➤ NUDO 38

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\max} = 1592,94 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 43,70 \text{ cm}^2$$

$$N_{\min} = 122.59 \text{ KN}$$

$$V_{\max} = 493.76 \text{ KN}$$

➤ NUDO 40

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\max} = -257,03 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 16,65 \text{ cm}^2$$

$$N_{\min} = 122.59 \text{ KN}$$

$$V_{\max} = 1061.51 \text{ KN}$$

➤ NUDO 1

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Esfuerzos en rotura:

$$M_{\max} = -1426,95 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Armadura} = 40,91 \text{ cm}^2$$

$$N_{\min} = 122.59 \text{ KN}$$

$$V_{\max} = 1008,91 \text{ KN}$$

El armado a disponer en la losa inferior, debido a la similitud de armadura necesaria con la de la losa superior, se ha decidido que sea el mismo, siendo, por tanto, el siguiente:

- ❖ Armado de flexión superior: Estará formado por una armadura de $\emptyset 32/30$ que se coloca para resistir la flexión en la unión con los hastiales y además por una armadura de refuerzo en la esquina del marco de $\emptyset 25/15$ diseñada para resistir los picos de flexión negativa que se alcanzan en la unión. Este refuerzo se alargará a lo largo de la losa 4,40 metros.
- ❖ Armado de flexión inferior: Estará formado por una armadura base de $\emptyset 32/15$ a la que se le añadirá un refuerzo en la parte central de $\emptyset 20/30$ con una longitud de 6,5 metros.
- ❖ Armado de reparto: Se calcula a partir de unos mínimos mecánicos y unos geométricos. En este caso, se han dispuesto $\emptyset 20/30$ en ambas caras de la losa.

4.3.2.3 ARMADO DE LOS HASTIALES

Los hastiales son idénticos y con que calculemos la armadura para uno de ellos, será suficiente para conocer la armadura que ha de disponerse en el otro, ya que soportarán los mismos esfuerzos por ser simetría la estructura.

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 1,00 m

Ancho: 1,00 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

A continuación, se procede al cálculo de la armadura necesaria en cada punto de los anteriormente mencionados. Para ello, se han comprobado todas las combinaciones posibles entre los axiles mínimos y máximos, junto con los momentos mínimos y máximos; dimensionando para los casos más desfavorables.

❖ NUDO 11 (Hastial)

Esfuerzos en rotura:

$$N_{\min} = 513,81 \text{ KN}$$

$$M_{\min} = 630,35 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$N_{\max} = 1211,36 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = 1502,81 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$V_{\max} = 313,79 \text{ KN}$$

$$\text{Combinación más desfavorable: } N_{\min} - M_{\max} \rightarrow \text{Armadura} = 39,52 \text{ cm}^2$$

❖ NUDO 9 (Hastial)

Esfuerzos en rotura:

$$N_{\min} = 547,31 \text{ KN}$$

$$M_{\min} = 410,69 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$N_{\max} = 1256,59 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = 1220,88 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$V_{\max} = 240,97 \text{ KN}$$

$$\text{Combinación más desfavorable: } N_{\min} - M_{\max} \rightarrow \text{Armadura} = 29,98 \text{ cm}^2$$

❖ NUDO 6 (Hastial)

Esfuerzos en rotura:

$$N_{\min} = 597,56 \text{ KN}$$

$$M_{\min} = 201,82 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$N_{\max} = 1324,43 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = 1034,62 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$V_{\max} = 80,64 \text{ KN}$$

$$\text{Combinación más desfavorable: } N_{\min} - M_{\max} \rightarrow \text{Armadura} = 20,85 \text{ cm}^2$$

❖ NUDO 3 (Hastial)

Esfuerzos en rotura:

$$N_{\min} = 647,81 \text{ KN}$$

$$M_{\min} = 387,40 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$N_{\max} = 1392,26 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = 1074,65 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$V_{\max} = 265,63 \text{ KN}$$

$$\text{Combinación más desfavorable: } N_{\min} - M_{\max} \rightarrow \text{Armadura} = 25,59 \text{ cm}^2$$

❖ NUDO 1 (Hastial)

Esfuerzos en rotura:

$$N_{\min} = 681,31 \text{ KN}$$

$$M_{\min} = 666,14 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$N_{\max} = 1437,49 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = 1426,95 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$V_{\max} = 472,17 \text{ KN}$$

$$\text{Combinación más desfavorable: } N_{\min} - M_{\max} \rightarrow \text{Armadura} = 33,88 \text{ cm}^2$$

El armado a disponer en los hastiales será el siguiente:

- ❖ Armado vertical en el trasdós: Estará formado por una armadura base de $\varnothing 32/30$ a la que se le añadirá el refuerzo de las esquinas del marco, ya mencionado anteriormente en los apartados de losa, que es de $\varnothing 25/15$ y se prolongará a lo largo de los hastiales 3,15 metros. La armadura base de los hastiales se dividirá en 2, para que mientras se está construyendo la losa inferior, no estén ya colocadas las armaduras completas de los hastiales de unos casi 7 metros. Estos dos tramos de armaduras se solaparán en la parte inferior del hastial. Por tanto, durante la construcción de la losa inferior, solamente habrán esperas de 1 metro de altura. Esto puede verse en los planos de armado del proyecto.
- ❖ Armado vertical en el intradós: Estará formado por una armadura base de $\varnothing 16/30$ a la que se le añadirán las esperas de la solera de 1 metro de altura y las correspondientes al refuerzo de la esquina que se prolongarán a lo largo del hastial 3,15 metros, al igual que en el armado del trasdós.

- ❖ Armado de reparto: Se calcula a partir de unos mínimos mecánicos y unos geométricos.. En este caso, se ha decidido realizar una disposición del 60% de la armadura de reparto en la cara vista del hastial y el 40% restante en la cara del trasdós. Este reparto produce que la disposición sea de Ø16/20 en la cara vista y de Ø16/25 en la cara del trasdós.

4.3.3 ELU DE CORTANTE

La determinación de la armadura necesaria a colocar en cada una de las partes del marco para que éste resista los esfuerzos de cortante a los que se va a ver sometido a lo largo de su vida útil se realizará en función de las envolventes de esfuerzos obtenidas mediante la consideración de Estado Límite Último de cortante. Se tomarán de las envolventes obtenidas los valores máximos y mínimos de los cortantes y de sus axiles concomitantes sobre los nudos que forman el modelo de cálculo, previamente ya indicados.

Para comprobar si es necesaria armadura de cortante, se compara el cortante en un punto, con el valor de cálculo para la resistencia a cortante, que puede encontrarse en el apartado 6.2.2 del Eurocódigo 2 y es el siguiente:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

Con un mínimo de:

$$V_{Rd,c} = (v_{min.} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

Por otra parte, si se necesita armadura de cortante, también hay que realizar la comprobación de agotamiento por compresión en el alma que se encuentra en el apartado 6.2.3 del Eurocódigo 2, y es la siguiente:

$$V_{Rd,máx.} = a_{cw} b_w z v_l f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

4.3.3.1 ARMADURA DE CORTANTE DE LA LOSA SUPERIOR

A continuación, se va a proceder a realizar las comprobaciones de cortante necesarias, y en caso de que exista la necesidad de disponer armadura de cortante, se realizará el dimensionamiento de esta. Hay que destacar que para la elección de la armadura a disponer hay que tener en cuenta un valor mínimo.

➤ NUDO 16

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} > V_{Ed} = 177,47 \text{ KN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante.

$V_{Rd,máx} = 5331,744 \text{ KN}$

➤ NUDO 14

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} < V_{Ed} = 568,73 \text{ KN} \rightarrow$ Necesita armadura de cortante.

$V_{Rd,máx} = 5331,744 \text{ KN} > V_{Ed} = 568,73 \text{ KN} \rightarrow$ CUMPLE

Para este nudo la armadura de cortante a disponer sería de $14,08 \text{ cm}^2$.

➤ NUDO 12

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$$V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} < V_{Ed} = 995,58 \text{ KN} \rightarrow \text{Necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 5331,744 \text{ KN} > V_{Ed} = 995,58 \text{ KN} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Para este nudo la armadura de cortante a disponer sería de $24,65 \text{ cm}^2$.

➤ NUDO 11

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 1,20 m

Ancho: 1,00 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$$V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} < V_{Ed} = 1211,36 \text{ KN} \rightarrow \text{Necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 5331,744 \text{ KN} > V_{Ed} = 1211,36 \text{ KN} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Para este nudo la armadura de cortante a disponer sería de $29,99 \text{ cm}^2$.

Como conclusión de todas las comprobaciones y necesidades de armado realizadas para la losa superior, además de las consideraciones geométricas para la disposición constructiva de estas, se ha dimensionado una armadura de cortante de cercos de $\varnothing 20/30$ cuyas dimensiones son 30 cm x 113 cm, dispuestos desde los extremos de la losa y hasta una longitud de 5,2 metros.

4.3.3.2 ARMADURA DE CORTANTE DE LA LOSA INFERIOR

A continuación, se va a proceder a realizar las comprobaciones de cortante necesarias, y en caso de que exista la necesidad de disponer armadura de cortante, se realizará el dimensionamiento de esta. Hay que destacar que para la elección de la armadura a disponer hay que tener en cuenta un valor mínimo.

➤ NUDO 36

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 1,20 m

Ancho: 1,00 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$$V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} > V_{Ed} = 175,54 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 5331,744 \text{ KN}$$

➤ NUDO 38

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 1,20 m

Ancho: 1,00 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$$V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} > V_{Ed} = 493,76 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 5331,744 \text{ KN}$$

➤ NUDO 40

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 1,20 m

Ancho: 1,00 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$$V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} < V_{Ed} = 1061,51 \text{ KN} \rightarrow \text{Necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 5331,744 \text{ KN} > V_{Ed} = 1061,51 \text{ KN} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Para este nudo la armadura de cortante a disponer sería de $26,28 \text{ cm}^2$.

➤ NUDO 1

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 1,20 m

Ancho: 1,00 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura: $V_{Rd,c} = 521,15 \text{ KN} < V_{Ed} = 1008,86 \text{ KN} \rightarrow$ Necesita armadura de cortante. $V_{Rd,m\acute{a}x} = 5331,744 \text{ KN} > V_{Ed} = 1008,86 \text{ KN} \rightarrow$ CUMPLE

Para este nudo la armadura de cortante a disponer sería de $24,98 \text{ cm}^2$.

Como conclusión de todas las comprobaciones y necesidades de armado realizadas para la losa superior, además de las consideraciones geométricas para la disposición constructiva de estas, se ha dimensionado una armadura de cortante de cercos de $\varnothing 20/30$ cuyas dimensiones son $30 \text{ cm} \times 113 \text{ cm}$, dispuestos desde los extremos de la losa y hasta una longitud de 5,2 metros. Debido a que tanto la losa inferior como la superior tienen necesidad de cortante muy similares, se ha dimensionado la misma armadura para ambas

4.3.3.3 ARMADURA DE CORTANTE EN HASTIALES

Como se ha indicado anteriormente, en los hastiales se tiene un estado de flexocompresión, es por esta razón por la que en el cálculo de la armadura de cortante va a intervenir también el esfuerzo axial y el cortante máximo.

Se han tomado los puntos correspondientes al hastial y se han realizado las comprobaciones de cortante.

➤ NUDO 1

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,00 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura: $V_{Rd,c} = 459,34 \text{ KN} > V_{Ed} = 427,17 \text{ KN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante. $V_{Rd,m\acute{a}x} = 4526,28 \text{ KN}$

➤ NUDO 3

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,00 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura: $V_{Rd,c} = 459,34 \text{ KN} > V_{Ed} = 265,63 \text{ KN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante. $V_{Rd,m\acute{a}x} = 4526,28 \text{ KN}$

➤ NUDO 6

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,00 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura: $V_{Rd,c} = 459,34 \text{ KN} > V_{Ed} = 80,64 \text{ KN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante. $V_{Rd,m\acute{a}x} = 4526,28 \text{ KN}$

➤ NUDO 9

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,00 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura: $V_{Rd,c} = 459,34 \text{ KN} > V_{Ed} = 240,97 \text{ KN} \rightarrow$ No necesita armadura de cortante. $V_{Rd,m\acute{a}x} = 4526,28 \text{ KN}$

➤ NUDO 11

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,00 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Cortantes en rotura:

$$V_{Rd,c} = 459,34 \text{ KN} > V_{Ed} = 313,79 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 4526,28 \text{ KN}$$

Como conclusión de todas las comprobaciones, no se necesita armadura de cortante en los hastiales.

4.4 VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

4.4.1 CÁLCULO DE LA ABERTURA DE FISURA

Realizamos ahora una comprobación importante para el cálculo estructural, como es el cálculo de la fisuración. En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras. Estas no suponen ningún problema para el uso normal de la estructura, siempre que se limite la apertura máxima de la fisura y no comprometa en ningún momento a la seguridad estructural.

Para la combinación de esfuerzos del estado límite de servicio Cuasipermanente no se debe superar una abertura máxima de fisura $w_{m\acute{a}x}$, que vienen estipuladas por la norma y varían en función de la clase de exposición y el tipo de hormigón necesario.

En el proyecto, el ambiente de exposición es el XC2 para todos los elementos de la estructura. Por otra parte, el tipo de hormigón de estas estructuras es armado. Para esta clase de exposición y este tipo de hormigón la abertura deberá ser: $w_k \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm}$; siendo w_k la abertura característica de fisura.

Cabe destacar que no se considerará la abertura de fisura en los hastiales.

La abertura de las fisuras las comprobaremos en los siguientes nudos:

➤ NUDO 16

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Resultados de la comprobación de fisuración:

$$M_{Ed, \text{cuasipermanente}} = 1024,04 \text{ KN}\cdot\text{m} < M_{\text{fisuración}} = 482,74 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$M_{Ed, \text{característica}} = 1602,02 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$w_k = 0,221 \text{ mm} \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 13,096 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 364,91 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

➤ NUDO 11

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Resultados de la comprobación de fisuración:

$$M_{Ed, \text{cuasipermanente}} = 701,25 \text{ KN}\cdot\text{m} > M_{\text{fisuración}} = 482,74 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$M_{Ed, \text{característica}} = 1022,42 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$w_k = 0,135 \text{ mm} \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 8,31 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 229,00 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

➤ NUDO 36

Hormigón: HA-30
Ambiente: XC2
Acero: B-500-S
Canto: 1,20 m
Ancho: 1,00 m
Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Resultados de la comprobación de fisuración:

$$M_{Ed, \text{cuasipermanente}} = 1013,24 \text{ KN}\cdot\text{m} > M_{\text{fisuración}} = 482,74 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$M_{Ed, \text{característica}} = 1314,93 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$w_k = 0,218 \text{ mm} \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 10,75 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 299,52 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

➤ NUDO 1

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 1,20 m

Ancho: 1,00 m

Recubrimiento mecánico: 0,05 m

Resultados de la comprobación de fisuración:

$$M_{Ed, \text{cuasipermanente}} = 731,67 \text{ KN}\cdot\text{m} > M_{\text{fisuración}} = 482,74 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{Fisura}$$

$$M_{Ed, \text{característica}} = 983,89 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$w_k = 0,167 \text{ m} \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{c,m\acute{a}x} = 8,31 \text{ MPa} \leq 0,6 \cdot f_{ck} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{s,m\acute{a}x} = 244,44 \text{ MPa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Como conclusión de todas las comprobaciones de este apartado, no es necesaria la ampliación de la sección de armadura por criterio de fisuración, ya que se cumplen todas las comprobaciones aquí expuestas.

5. CÁLCULO DE LAS ALETAS

5.1 INTRODUCCIÓN

Una vez se ha ejecutado el marco de hormigón armado in situ, se llevan a cabo los trabajos de construcción de las aletas, que serán los elementos de contención de las tierras del terraplén, que tiene un talud 3H:2V, ubicados de tal manera que se permita la visibilidad para el tráfico que circule a través de este paso inferior garantizando y asegurando la seguridad. También se ejecutarán in situ adosadas a los hastiales y separadas de estos por una junta.

5.2 SECCIONES TIPO

Las aletas se han calculado como muros ménsula que están sometidos en su trasdós a la acción del terreno.

Las aletas se disponen formando un ángulo con el eje de la Autovía del Mediterráneo, dicho ángulo para las dos aletas norte es de 45 grados, siendo de 35 grados para las dos aletas sur.

Las longitudes de estas son variables, en función de la caída de tierras existente, y se sitúan entre 4,5 y 7,5 metros. Además, tendrán una altura variable desde 6,7 metros en el extremo en contacto con el marco y 1 metro en el extremo final.

Para su ejecución y como consecuencia de que la sobrecarga solamente actúa en la parte de la aleta mas próxima al tráfico, en este caso, la zona que esta inmediatamente unida al hastial, se suelen dividir las aletas en varios tramos para realizar un calculo optimizado. En este caso, debido a que las longitudes de todas las aletas son muy pequeñas, se ha desechado la división en varios tramos.

Debido a la igualdad de geometría entre las aletas con mismo ángulo respecto al eje de la Autovía del Mediterráneo, sólo se necesitan 2 secciones tipo para definir cada par de aletas. Por tanto, el dimensionamiento se realizará para las secciones tipo, extrapolando las disposiciones para las longitudes de aletas correspondientes.

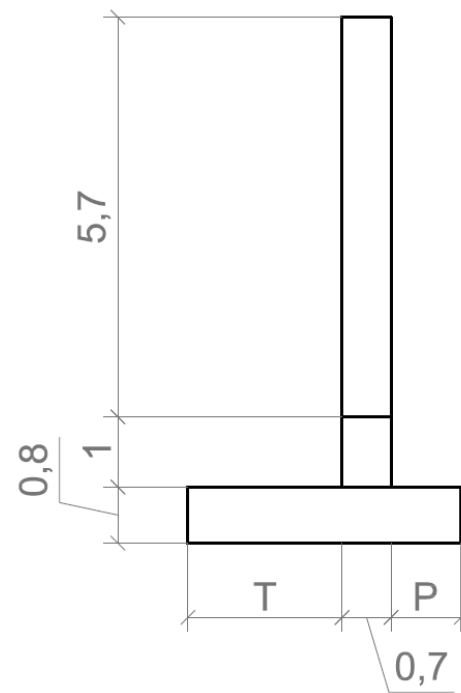
Como conclusión, para el cálculo sólo necesitaremos 2 secciones tipo que son las siguientes:

- SECCIÓN 1: Aletas norte, con ángulo de inclinación respecto al eje de la Autovía del Mediterráneo de 45 grados.
- SECCIÓN 2: Aletas sur, con ángulo de inclinación respecto al eje de la Autovía del Mediterráneo de 35 grados.

Las dimensiones de cada una de las secciones tipo se definirán atendiendo a los siguientes criterios:

- 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 incrementa en 10 centímetros el ancho del muro.

De esta manera, siguiendo estos dos criterios, las secciones quedarían con la siguiente misma geometría, a falta de determinar las dimensiones de la puntera y del talón del muro ménsula que serán las que diferencien la sección tipo de las aletas del norte de la sección tipo de las aletas del sur:



5.3 ACCIONES CONSIDERADAS

Para el dimensionamiento de las aletas, como para cualquier otra estructura, se tienen en cuenta las acciones a las que se ve sometida esta estructura, de contención en este caso. Se toman las siguientes acciones:

- Peso propio de la estructura.
- Empuje del terreno.
- Sobrecarga de uso de valor 10 KN/m^2 .

Para calcular el peso de la estructura se consideran los valores ya mencionados: un peso específico del hormigón de 20 KN/m^3 , en el cálculo del empuje del terreno sobre la estructura, un peso específico del terreno de 20 KN/m^3 .

El empuje del terreno se obtiene aplicando la misma ecuación que hemos empleado anteriormente para el cálculo del empuje del terreno:

$$E_a = K_a \cdot \gamma \cdot H$$

Donde K_a era el coeficiente de empuje activo del terreno. Que en el caso de las aletas, ya no es 0,333 como era cuando la inclinación (i) era de valor 0 grados. Por tanto, este coeficiente para las aletas tiene los valores siguientes:

$$K_a (\text{aletas norte} - 45^\circ) = 0,5087$$

$$K_a (\text{aletas sur} - 35^\circ) = 0,6018$$

5.4 COMPROBACIONES DE SERVICIO

Se realizarán las siguientes comprobaciones, tanto para el caso en el que hay sobrecarga como para el caso en el que no la hay:

- Seguridad al vuelco.
- Seguridad al deslizamiento.
- Tensión admisible en cimentación.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los coeficientes de seguridad mínimos que deben respetarse para cada comprobación y en cada combinación:

Coeficientes de seguridad mínimos	Combinación Característica	Combinación Casi-Permanente	Combinación Accidental
Hundimiento	2.6	3	2.2
Deslizamiento	1.3	1.5	1.1
Vuelco	1.8	2	1.5

5.5 CÁLCULO DE LAS SECCIONES TIPO

Como ya hemos mencionado anteriormente, se definen dos secciones tipo, que se han calculado como muro ménsula sometido en su trasdós al empuje del terreno.

Realizando los pertinentes cálculos se llega a la geometría que proponemos como solución que se describe en base a las comprobaciones realizadas.

Para la comprobación de dichos cálculos, se ha realizado una hoja de cálculo en la que variando las dimensiones geométricas de puntera y talón se obtiene la geometría óptima para cumplir todas las comprobaciones.

A continuación, se van a mostrar los pasos más importantes de las comprobaciones de servicio, alcanzando a definir las longitudes de puntera y talón de las zapatas de las aletas, que serán necesarias para disponer un armado que colabore al soporte del estado tensional en que se hallen las mismas.

5.5.1 SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE)

En primer lugar, se muestra la tabla de datos que hay que introducirle a la hoja de cálculo para que realice las comprobaciones mencionadas anteriormente:

H Tierras (m)	5.4736	γ Hormigón (kN/m ³)	25	ϕ (°)	30
H Hormigón (m)	6.7	γ Terreno (kN/m ³)	20	i (°)	25.24
Ancho Muro (m)	0.7	c (kPa)	88.29	θ (°)	6.282
Canto Zapata (m)	0.8	c' (kPa)	0	α (°)	45

Con estos datos introducidos, la hoja de cálculo establece antes de todo los coeficientes de empuje activo dinámico y empuje activo estático:

Kae	0.5087
Kad	0.6745

Una vez introducidos todos los datos, la hoja de cálculo nos calcula todas las acciones:

Acción	Fuerza H (kN)	Fuerza V (kN)	x (m)	Mfav (kN·m)	Mdesfav (kN·m)
W1 (Peso Muro)	0	117.25	1.35	158.29	0
W2 (Peso Zapata)	0	78.00	1.95	152.10	0
Wt (Peso Terreno)	0	240.84	2.80	674.35	0
Ea (Empuje Activo)	181.11	85.38	2.09	0	378.74
Esc (Empuje Sobrec.)	28.87	13.61	3.14	0	90.56
Sismo	59.01	27.82	4.18	0	246.80

Y por último, la hoja de cálculo realiza todas las comprobaciones de vuelco, deslizamiento y hundimiento. Tras realizar todos los cálculos, determina los coeficientes de seguridad y los compara con los coeficientes de seguridad mínimos. Nuestro objetivo para establecer las dimensiones de la aleta es que todos los coeficientes de seguridad se encuentren por encima de los coeficientes mínimos. Por tanto, iremos probando combinaciones de longitudes de puntera y talón hasta llegar a la combinación óptima. En este caso, las aletas norte tendrán las siguientes longitudes de puntera y talón:

p (m)	1
t (m)	2.2

Por último, se muestran los coeficientes de seguridad que se obtienen con estas dimensiones de la sección tipo de la aleta:

Coeficientes de seguridad		
Hundimiento	ELS Característica	2.70
	ELS Casi-permanente	6.07
	ELU Sismo	4.20
Deslizamiento	ELS Característica	2.47
	ELS Casi-permanente	14.48
	ELU Sismo	5.09
Vuelco	ELS Característica	2.27
	ELS Casi-permanente	10.49
	ELU Sismo	2.89

5.5.2 SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR)

En primer lugar, se muestra la tabla de datos que hay que introducirle a la hoja de cálculo para que realice las comprobaciones mencionadas anteriormente:

H Tierras (m)	5.633	γ Hormigón (kN/m ³)	25	ϕ (°)	30
H Hormigón (m)	6.7	γ Terreno (kN/m ³)	20	i (°)	28.64
Ancho Muro (m)	0.7	c (kPa)	88.29	θ (°)	6.282
Canto Zapata (m)	0.8	c' (kPa)	0	α (°)	35

Con estos datos introducidos, la hoja de cálculo establece antes de todo los coeficientes de empuje activo dinámico y empuje activo estático:

Kae	0.6018
Kad	0.5684

Una vez introducidos todos los datos, la hoja de cálculo nos calcula todas las acciones:

Acción	Fuerza H (kN)	Fuerza V (kN)	x (m)	Mfav (kN·m)	Mdesfav (kN·m)
W1 (Peso Muro)	0	117.25	1.35	158.29	0
W2 (Peso Zapata)	0	78.00	1.95	152.10	0
Wt (Peso Terreno)	0	247.85	2.80	693.99	0
Ea (Empuje Activo)	218.59	119.37	2.14	0	468.73
Esc (Empuje Sobrec.)	33.98	18.56	3.22	0	109.30
Sismo	12.16	6.64	4.29	0	52.14

Y por último, la hoja de cálculo realiza todas las comprobaciones de vuelco, deslizamiento y hundimiento. Tras realizar todos los cálculos, determina los coeficientes de seguridad y los compara con los coeficientes de seguridad mínimos. Nuestro objetivo para establecer las dimensiones de la aleta es que todos los coeficientes de seguridad se encuentren por encima de los coeficientes mínimos. Por tanto, iremos probando combinaciones de longitudes de puntera y talón hasta llegar a la combinación óptima. En este caso, las aletas norte tendrán las siguientes longitudes de puntera y talón:

p (m)	1.2
t (m)	2.5

Por último, se muestran los coeficientes de seguridad que se obtienen con estas dimensiones de la sección tipo de la aleta:

Coeficientes de seguridad		
Hundimiento	ELS Característica	2.72
	ELS Casi-permanente	5.13
	ELU Sismo	4.90
Deslizamiento	ELS Característica	2.36
	ELS Casi-permanente	13.67
	ELU Sismo	18.51
Vuelco	ELS Característica	2.36
	ELS Casi-permanente	10.92
	ELU Sismo	19.89

Hay que destacar que posteriormente en la comprobación de necesidad de armadura transversal en el apartado 5.6.1.2 se obtiene que si se necesita armadura transversal, por lo que se tendrá que aumentar el ancho del muro a 0,8 metros para evitar la necesidad de armadura transversal. Este cambio producirá que la puntera y el talón varíen, obteniendo finalmente unos valores de 1,1 metros de puntera y 2,5 metros de talón.

5.6 VERIFICACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)

5.6.1 MURO

5.6.1.1 ELU DE FLEXIÓN SIMPLE

La determinación de la armadura de flexión que conforma el muro de las aletas se realizará analizando los siguientes puntos:

- La sección inferior del muro en su unión con la losa (punto 1).
- La sección del muro a 3H/4 de la parte superior de este (punto 2), o lo que es lo mismo, a H/4 de la sección inferior del muro.

A continuación, se calculará la armadura correspondiente al muro que conforma la sección tipo 1 (aletas norte). Para realizar los cálculos se ha programado una hoja tipo de cálculo que nos calculará los esfuerzos en cada uno de los puntos que vamos a analizar, simplemente introduciéndole datos geométricos de las aletas.

Las comprobaciones se realizarán para dos casos. En primer lugar, el caso en el que actúen simultáneamente el empuje de tierras y la sobrecarga (debido a la proximidad de esta sección al terraplén sobre el que discurrirá el tráfico rodado) sin el sismo y otro en el que actúe solamente el empuje de tierras con el sismo.

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 0.70m

Ancho: 1.00 m

Recubrimiento mecánico: 0.05 m

➤ ARMADURA VERTICAL DEL TRASDÓS. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

A continuación, se muestran una tabla resumen con los esfuerzos obtenidos en los dos puntos mencionados y para las dos comprobaciones a realizar:

	ELU Persistente (Empuje tierras + Sobrecarga) (KN·m)	ELU Sismo (Empuje tierras + Sismo) (KN·m)
M_0	867.81	457.20
V_0	373.23	126.90
$M_{H/4}$	380.56	266.20
$V_{H/4}$	215.70	100.56

De los valores obtenidos para las dos comprobaciones, se dimensionará para el más desfavorable, comprobando si se puede reducir el armado una vez se llega a H/4 de la sección inferior del muro. En este caso la comprobación de empuje de tierras y sobrecarga actuando simultáneamente es la más desfavorable. Estos esfuerzos hacen necesaria una armadura de $36,62 \text{ cm}^2$ en el punto 1 y de $18,69 \text{ cm}^2$ en el punto 2.

Por tanto, en vista de los resultados obtenidos la armadura vertical del trasdós del muro estará formada por $\varnothing 25/12,5$ desde la sección inferior del muro hasta H/4, donde la mitad de las barras comenzarán a solaparse hasta una longitud de solape que es de 1,5 metros (la

longitud total de las barras será de 3,175 metros. Y a partir de H/4 continuarán $\varnothing 25/25$ hasta el final del muro.

➤ ARMADURA VERTICAL DEL INTRADÓS. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

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

Así pues, si la armadura del trasdós viene definida como $\varnothing 25/12,5$ hasta una altura de 3,175 metros, esto supone un área real de armadura de $39,27 \text{ cm}^2/\text{m}$ y a partir de esa altura $\varnothing 25/25$ lo que suponen $19,64 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Aplicando la norma, resulta que el 30% de $39,27 \text{ cm}^2/\text{m}$ y de $19,64 \text{ cm}^2/\text{m}$ es $11,78 \text{ cm}^2/\text{m}$ y $5,89 \text{ cm}^2/\text{m}$ respectivamente, con lo cual, la armadura del intradós del muro estará formada por $\varnothing 16/30$ reforzados con $\varnothing 16/30$ hasta una altura de H/4 más un metro de solape.

Por tanto, la armadura vertical del intradós estará formada por $\varnothing 16/15$ desde la sección inferior del muro hasta H/4, donde la mitad de las barras comenzarán a solaparse hasta una longitud de solape que es de 1 metro (la longitud total de las barras será de 2,675 metros. Y a partir de H/4 continuarán $\varnothing 16/30$ hasta el final del muro.

➤ ARMADURA HORIZONTAL DEL MURO. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

La armadura horizontal del muro viene definida según la norma como un 3.2 ‰ de la sección de hormigón. Este dimensionamiento varía en función de varios criterios. En este caso, sólo se aplica que el ancho máximo de la sección de hormigón para el dimensionamiento debe ser de 0,5 metros.

Una vez realizados los cálculos, obtenemos una armadura necesaria de $107,2 \text{ cm}^2$. Esta armadura será repartida disponiendo un 60% en la cara vista ($64,32 \text{ cm}^2$) y un 40% en la cara del trasdós ($42,88 \text{ cm}^2$).

Por tanto, la armadura horizontal del muro estará formada por $\varnothing 16/20$ en la cara vista y $\varnothing 16/30$ en la cara del trasdós.

➤ ARMADURA VERTICAL DEL TRASDÓS. SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

En primer lugar, en este apartado hay que mencionar que el dimensionamiento se ha realizado para un ancho de muro de 0,8 metros, ya que al realizar la comprobación de

cortante que se podrá ver posteriormente en el apartado 5.6.1.2, no cumplía, por lo que se ha tenido que aumentar el ancho del muro.

A continuación, se muestran una tabla resumen con los esfuerzos obtenidos en los dos puntos mencionados y para las dos comprobaciones a realizar:

	ELU Persistente (Empuje tierras + Sobrecarga) (KN·m)	ELU Sismo (Empuje tierras + Sismo) (KN·m)
M_0	1026.63	80.58
V_0	441.54	47.07
$M_{H/4}$	450.21	23.64
$V_{H/4}$	255.17	22.36

De los valores obtenidos para las dos comprobaciones, se dimensionará para el más desfavorable, comprobando si se puede reducir el armado una vez se llega a H/4 de la sección inferior del muro. En este caso la comprobación de empuje de tierras y sobrecarga actuando simultáneamente es la más desfavorable. Estos esfuerzos hacen necesaria una armadura de $38,02 \text{ cm}^2$ en el punto 1 y de $19,91 \text{ cm}^2$ en el punto 2.

Por tanto, en vista de los resultados obtenidos la armadura vertical del trasdós del muro en este caso también estará formada por $\varnothing 25/12,5$ desde la sección inferior del muro hasta H/4, donde la mitad de las barras comenzarán a solaparse hasta una longitud de solape que es de 1,5 metros (la longitud total de las barras será de 3,175 metros. Y a partir de H/4 continuarán $\varnothing 25/25$ hasta el final del muro.

➤ ARMADURA VERTICAL DEL INTRADÓS. SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

La armadura vertical del intradós será dimensionada según la norma y como mínimo tiene un valor de un 30% de la armadura del trasdós. Debido a que se ha dimensionado la misma armadura del trasdós para ambas secciones, esto da lugar a que la armadura vertical del intradós también sea la misma en las dos secciones.

Así pues, si la armadura del trasdós viene definida como $\varnothing 25/12,5$ hasta una altura de 3,175 metros, esto supone un área real de armadura de $39,27 \text{ cm}^2/\text{m}$ y a partir de esa altura $\varnothing 25/25$ lo que suponen $19,64 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Aplicando la norma, resulta que el 30% de $39,27 \text{ cm}^2/\text{m}$ y de $19,64 \text{ cm}^2/\text{m}$ es $11,78 \text{ cm}^2/\text{m}$ y $5,89 \text{ cm}^2/\text{m}$ respectivamente, con lo cual, la armadura del intradós del muro estará formada por $\varnothing 16/30$ reforzados con $\varnothing 16/30$ hasta una altura de H/4 más un metro de solape.

Por tanto, la armadura vertical del intradós estará formada por $\varnothing 16/15$ desde la sección inferior del muro hasta H/4, donde la mitad de las barras comenzarán a solaparse hasta una longitud de solape que es de 1 metro (la longitud total de las barras será de 2,675 metros. Y a partir de H/4 continuarán $\varnothing 16/30$ hasta el final del muro.

➤ ARMADURA HORIZONTAL DEL MURO. SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

La armadura horizontal del muro viene definida según la norma como un 3.2 ‰ de la sección de hormigón. Este dimensionamiento varía en función de varios criterios. En este caso, sólo se aplica que el ancho máximo de la sección de hormigón para el dimensionamiento debe ser de 0,5 metros, por lo que también se armará el muro horizontalmente con la misma armadura en ambas secciones.

Una vez realizados los cálculos, obtenemos una armadura necesaria de $107,2 \text{ cm}^2$. Esta armadura será repartida disponiendo un 60% en la cara vista ($64,32 \text{ cm}^2$) y un 40% en la cara del trasdós ($42,88 \text{ cm}^2$).

Por tanto, la armadura horizontal del muro estará formada por $\varnothing 16/20$ en la cara vista y $\varnothing 16/30$ en la cara del trasdós.

5.6.1.2 ELU DE CORTANTE

La sección para la que se va a realizar la comprobación de Estado Límite Último de cortante es la que se encuentra a un canto útil de la base del muro, es decir, la sección a una altura igual a un canto útil.

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 0.70m

Ancho: 1.00 m

Recubrimiento mecánico: 0.05 m

➤ ARMADURA DE CORTANTE. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

A continuación se va a realizar la misma comprobación de cortante que se siguió en las losas y hastiales del marco:

$$V_{Rd,c} = 346,05 \text{ KN} < V_{Ed} = 312,37 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 3100,68 \text{ KN}$$

➤ ARMADURA DE CORTANTE. SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

A continuación se va a realizar la misma comprobación de cortante que se siguió en las losas y hastiales del marco:

$$V_{Rd,c} = 346,05 \text{ KN} < V_{Ed} = 369,54 \text{ KN} \rightarrow \text{Necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 3100,68 \text{ KN} > V_{Ed} = 369,54 \text{ KN CUMPLE}$$

Para evitar la disposición de armadura de cortante, se ha decidido aumentar el ancho del muro a 0,8 m. Con este cambio, la comprobación es la siguiente:

$$V_{Rd,c} = 384,49 \text{ KN} > V_{Ed} = 359,77 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,m\acute{a}x} = 3575,88 \text{ KN}$$

5.6.1.3 ELS DE FISURACIÓN

Una vez realizado el dimensionamiento de la armadura mediante los Estados Límite Últimos, se procede a la verificación de los Estados Límite de Servicio de Fisuración, como ya se ha realizado anteriormente con el marco, es decir, la abertura máxima de fisura en las aletas no debe superar la abertura máxima.

Para un hormigón armado cuya clase de exposición es XC2, la abertura de fisura máxima se limita mediante la siguiente relacion: $w_k \leq w_{m\acute{a}x} = 0,3 \text{ mm}$; siendo w_k la abertura característica de fisura.

El fenómeno de la fisuración se estudiara en la base del muro, ya que este punto es en el que actúa el mayor flector y donde, en consecuencia, pueden aparecer fisuras en el trasdós del muro.

A continuación, se muestran los momentos calculados mediante la hoja de cálculo y las comprobaciones correspondientes de fisuración:

➤ SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

$$M_{Ed, \text{cuasipermanente}} = 124,84 \text{ KN}\cdot\text{m} < M_{\text{fisuración}} = 236.54 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{No fisura}$$

$$M_{Ed, \text{característica}} = 313,60 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

➤ SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

$$M_{Ed, \text{cuasipermanente}} = 147,69 \text{ KN}\cdot\text{m} < M_{\text{fisuración}} = 236.54 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{No fisura}$$

$$M_{Ed, \text{característica}} = 94,82 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

5.6.2 ZAPATA

5.6.2.1 ELU DE FLEXIÓN SIMPLE

A continuación, se calculará la armadura correspondiente a las zapatas. Esta, se calcula para la situación más desfavorable, que es en la que actúan sobre ella la acción del peso de las tierras y el de la sobrecarga conjuntamente, además de los pesos propios del hormigón.

Debido a que $V_{m\acute{a}x}$ en ambos casos es mayor que $2h$ que son 1,6 metros, las aletas son flexibles. Por ello, se calcularán los momentos en una sección de referencia que se encuentra a 0,15 veces el ancho del muro y hacia el interior de este, siendo estos valores con los que ya se puede proceder al dimensionamiento de las zapatas.

Para el cálculo de los momentos en cada sección de referencia, se ha realizado una hoja de cálculo en la que introduciendo los datos geométricos de cada sección, se obtienen los valores de estos momentos.

➤ ARMADURA SUPERIOR DE FLEXIÓN. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

A continuación, se muestran los valores obtenidos en la hoja de cálculo para las aletas de sección tipo 1 en la sección de referencia más cercana al talón. En esta sección de referencia el momento es negativo, por lo que de ella se obtendrá el armado de la cara superior de la zapata:

Momento 1 (KN·m)	-449.27
Cortante 1 (KN)	281.87

Para estos valores, la armadura necesaria es de $14,02 \text{ cm}^2$. Esta armadura se corresponde con $\emptyset 16/15$.

➤ ARMADURA INFERIOR DE FLEXIÓN. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

A continuación, se muestran los valores obtenidos en la hoja de cálculo para las aletas de sección tipo 1 en la sección de referencia más cercana a la puntera. En esta sección de referencia el momento es positivo por lo que de ella se obtendrá el armado de la cara inferior de la zapata:

Momento 2 (KN·m)	222,18
Cortante 1 (KN)	402,14

Para estos valores, la armadura necesaria es de $11,1 \text{ cm}^2$. Esta armadura se corresponde también con $\emptyset 16/15$.

➤ ARMADURA DE REPARTO. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

La armadura de reparto de la zapata, es decir, la paralela al muro, viene definida según el Eurocódigo 2 en el artículo 9.3.1.1 (2) como una armadura que debe cubrir con su canto útil un momento igual al 20% de la armadura longitudinal.

Por tanto, la armadura de reparto de la cara superior será de $2,81 \text{ cm}^2$, lo que se corresponde con $\emptyset 12/30$. Por otra parte, la armadura de reparto de la cara inferior será la misma ya que se ha dispuesto la misma armadura longitudinal. Cabe destacar que se podía realizar una disposición de armadura menor, pero no cumplía la separación máxima entre armaduras.

➤ ARMADURA SUPERIOR DE FLEXIÓN. SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

A continuación, se muestran los valores obtenidos en la hoja de cálculo para las aletas de sección tipo 1 en la sección de referencia más cercana al talón. En esta sección de referencia el momento es negativo, por lo que de ella se obtendrá el armado de la cara superior de la zapata:

Momento 1 (KN·m)	-589,49
Cortante 1 (KN)	309,95

Para estos valores, la armadura necesaria es de $18,51 \text{ cm}^2$. Esta armadura se corresponde con $\emptyset 20/15$.

➤ ARMADURA INFERIOR DE FLEXIÓN. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

A continuación, se muestran los valores obtenidos en la hoja de cálculo para las aletas de sección tipo 1 en la sección de referencia más cercana a la puntera. En esta sección de referencia el momento es positivo por lo que de ella se obtendrá el armado de la cara inferior de la zapata:

Momento 2 (KN·m)	287,06
Cortante 1 (KN)	470,60

Para estos valores, la armadura necesaria es de $11,1 \text{ cm}^2$. Esta armadura se corresponde con $\emptyset 16/15$.

➤ ARMADURA DE REPARTO. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

La armadura de reparto de la zapata, es decir, la paralela al muro, viene definida según el Eurocódigo 2 en el artículo 9.3.1.1 (2) como una armadura que debe cubrir con su canto útil un momento igual al 20% de la armadura longitudinal.

Por tanto, la armadura de reparto de la cara superior será de $4,40 \text{ cm}^2$, lo que se corresponde con $\emptyset 12/30$. Por otra parte, la armadura de reparto de la cara inferior será de $2,81 \text{ cm}^2$, que también van a ser $\emptyset 12/30$. Cabe destacar que se podía realizar una disposición de armadura menor, pero no cumplía la separación máxima entre armaduras.

5.6.2.2 ELU DE CORTANTE

Las secciones para las que se va a realizar la comprobación de Estado Límite Último de cortante son las que se encuentran a un canto útil del muro. Por tanto, tendremos dos secciones de referencia en la zapata para realizar la comprobación, una a cada lado del muro.

Hormigón: HA-30

Ambiente: XC2

Acero: B-500-S

Canto: 0.70m

Ancho: 1.00 m

Recubrimiento mecánico: 0.05 m

➤ ARMADURA DE CORTANTE. SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

A continuación se va a realizar la misma comprobación de cortante que se siguió en las losas y hastiales del marco:

$$V_{Rd,c} = 384,49 \text{ KN} > V_{Ed, \text{ talón}} = 222,92 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,c} = 384,49 \text{ KN} > V_{Ed, \text{ puntera}} = 90,07 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd, \text{ máx}} = 3575,88 \text{ KN}$$

➤ ARMADURA DE CORTANTE. SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

A continuación se va a realizar la misma comprobación de cortante que se siguió en las losas y hastiales del marco:

$$V_{Rd,c} = 384,49 \text{ KN} > V_{Ed, \text{ talón}} = 269,12 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd,c} = 384,49 \text{ KN} > V_{Ed, \text{ puntera}} = 134,04 \text{ KN} \rightarrow \text{No necesita armadura de cortante.}$$

$$V_{Rd, \text{ máx}} = 3575,88 \text{ KN}$$

A continuación, se realiza el estudio de la fisuración de las aletas para dicho punto en cada una de las secciones en que ha quedado dividida la aleta tipo:

➤ SECCIÓN TIPO 1 (ALETAS NORTE).

$$M_{Ed, \text{ cuasipermanente}} = 152,98 \text{ KN}\cdot\text{m} < M_{\text{fisuración}} = 308,96 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{No fisura}$$

$$M_{Ed, \text{ característica}} = 433,21 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

➤ SECCIÓN TIPO 2 (ALETAS SUR).

$$M_{Ed, \text{ cuasipermanente}} = 201,31 \text{ KN}\cdot\text{m} < M_{\text{fisuración}} = 236,54 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{No fisura}$$

$$M_{Ed, \text{ característica}} = 568,74 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

Como conclusión de las comprobaciones, no fisura ninguno de los puntos estudiados. Por tanto, cumple la verificación de los Estados Límite de Fisuración

5.6.2.3 ELS DE FISURACIÓN

Una vez realizado el dimensionamiento de la armadura mediante los Estados Límite Últimos, se procede a la verificación de los Estados Límite de Servicio de Fisuración, como ya se ha realizado anteriormente con el marco, es decir, la abertura máxima de fisura en las aletas no debe superar la abertura máxima.

Para un hormigón armado cuya clase de exposición es XC2, la abertura de fisura máxima se limita mediante la siguiente relación: $w_k \leq w_{\text{máx}} = 0,3 \text{ mm}$; siendo w_k la abertura característica de fisura.

El fenómeno de la fisuración se estudiara en la intersección de la losa con el plano del trasdós del muro, ya que si no cumple puede provocar la aparición de fisuras en la parte superior de la losa.

APÉNDICES

ÍNDICE

APÉNDICE Nº I: DIAGRAMAS EN SAP 32

1.1	DIAGRAMAS DE AXILES	32
1.1.1	ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA	32
1.1.2	ELS CARACTERÍSTICA	32
1.1.3	ELS CUASIPERMANENTE	32
1.1.4	ELA SISMO	32
1.2	DIAGRAMAS DE CORTANTES.....	33
1.2.1	ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA	33
1.2.2	ELS CARACTERÍSTICA	33
1.2.3	ELS CUASIPERMANENTE	33
1.2.4	ELA SISMO	33
1.3	DIAGRAMAS DE FLECTORES	34
1.3.1	ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA	34
1.3.2	ELS CARACTERÍSTICA	34
1.3.3	ELS CUASIPERMANENTE	34
1.3.4	ELA SISMO	34

APÉNDICE Nº II: TABLAS EN SAP.. 36

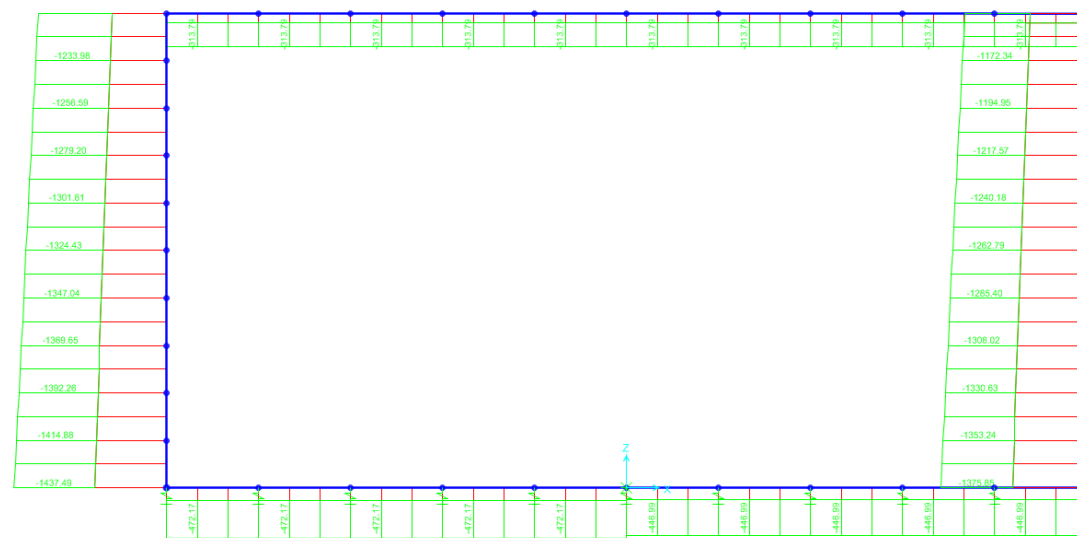
1.	GEOMETRÍA DE LOS NUDOS	36
2.	GEOMETRÍA DE LAS BARRAS	36
3.	REACCIONES EN LOS NUDOS	37
4.	DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS.....	38
5.	ESFUERZOS EN LAS BARRAS.....	43

APÉNDICE Nº I: **DIAGRAMAS DE SAP**

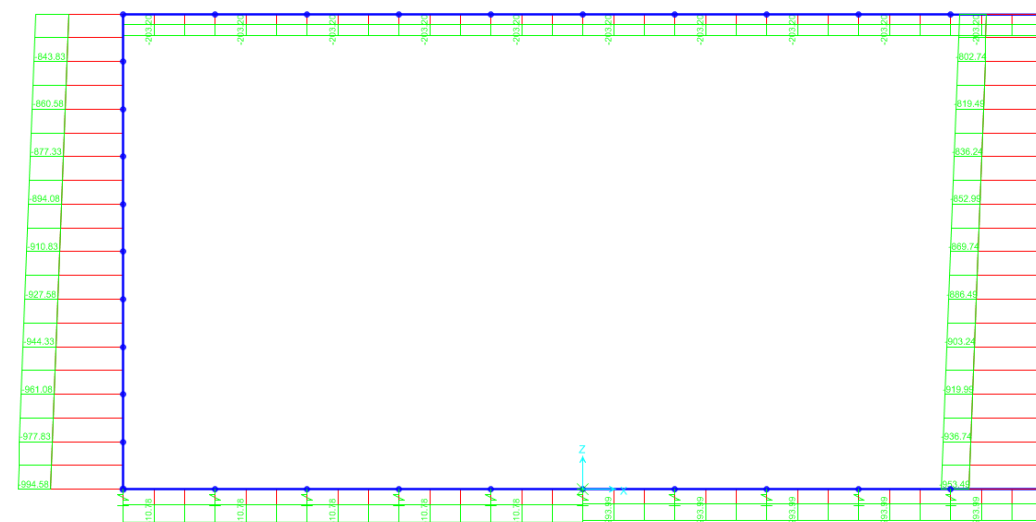
1. DIAGRAMAS EN SAP

1.1 DIAGRAMAS DE AXILES

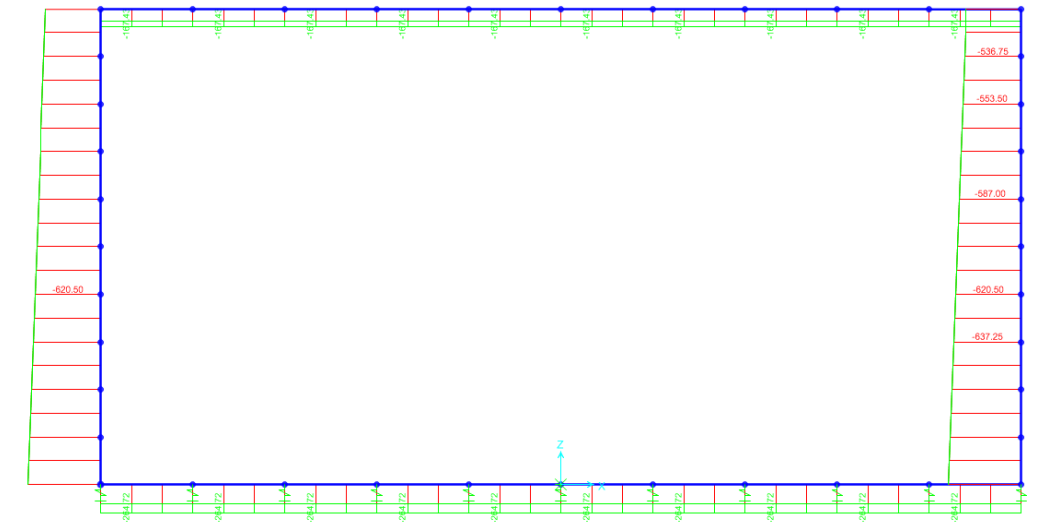
1.1.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA



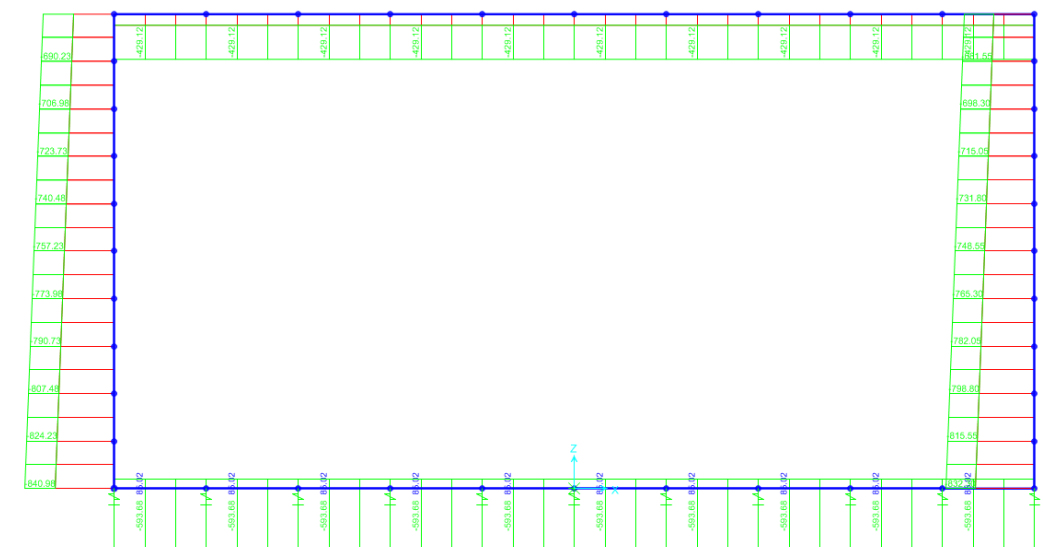
1.1.2 ELS CARACTERÍSTICA



1.1.3 ELS CUASIPERMANENTE

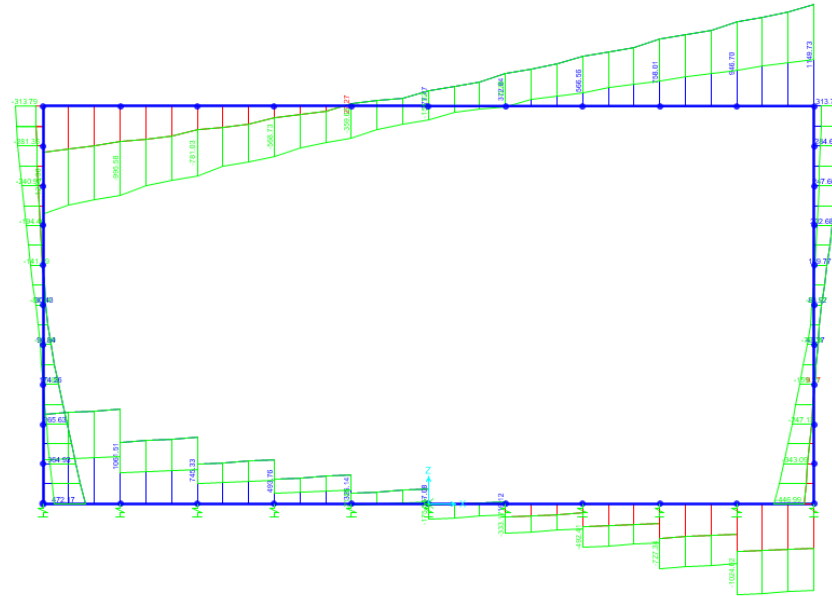


1.1.4 ELA SISMO

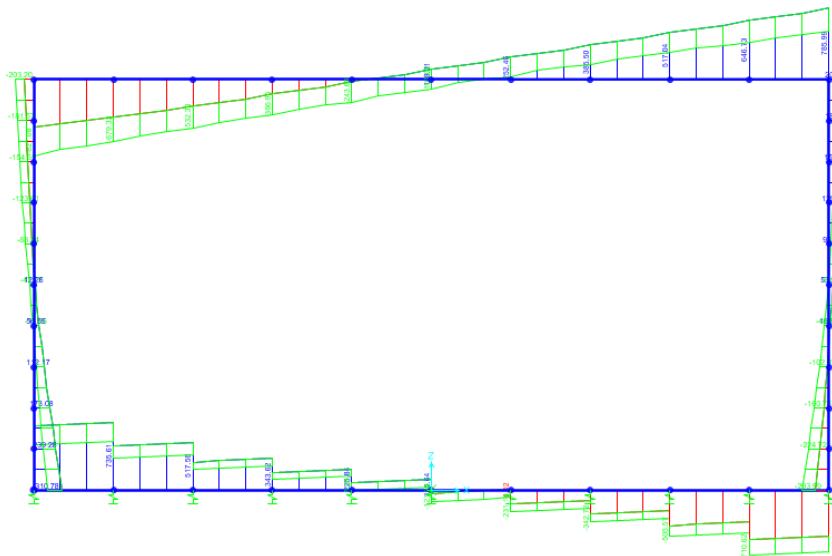


1.2 DIAGRAMAS DE CORTANTES

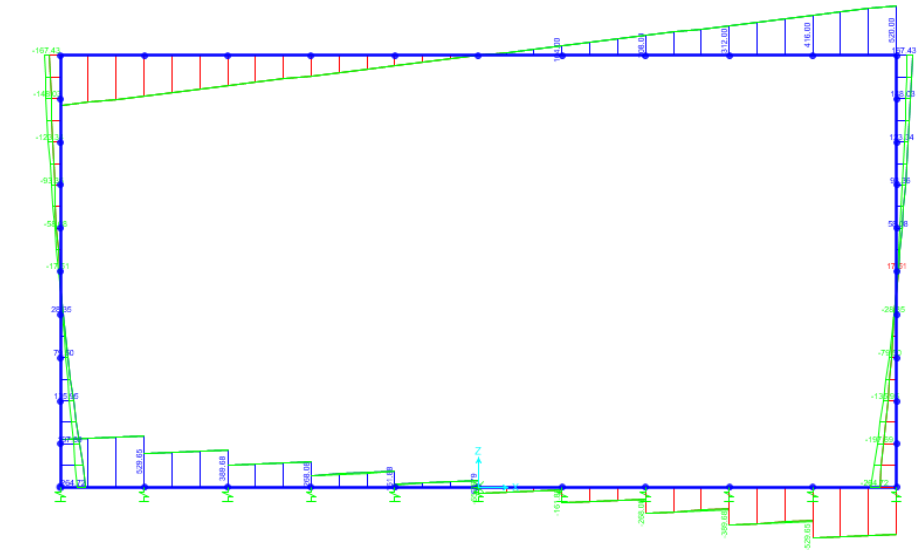
1.2.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA



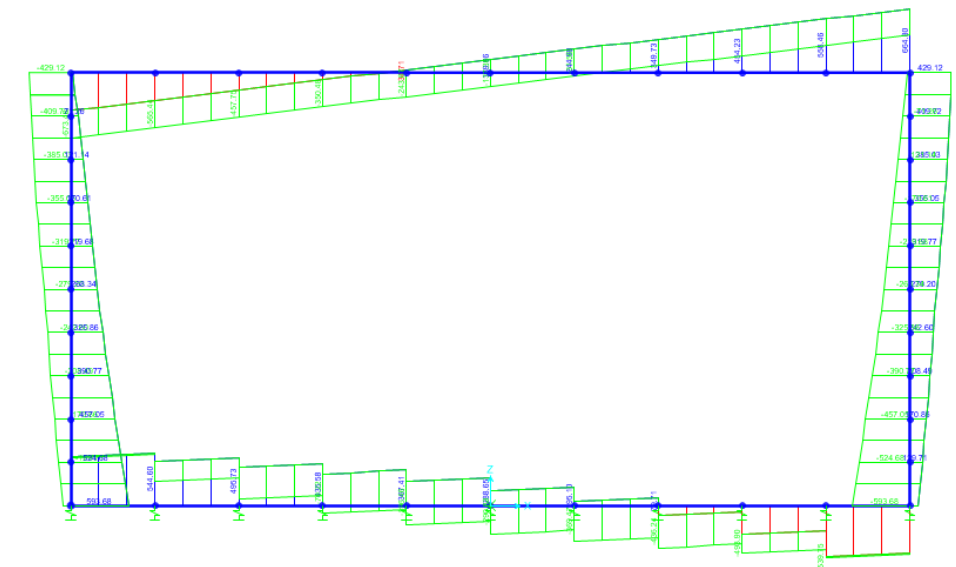
1.2.2 ELS CARACTERÍSTICA



1.2.3 ELS CUASIPERMANENTE

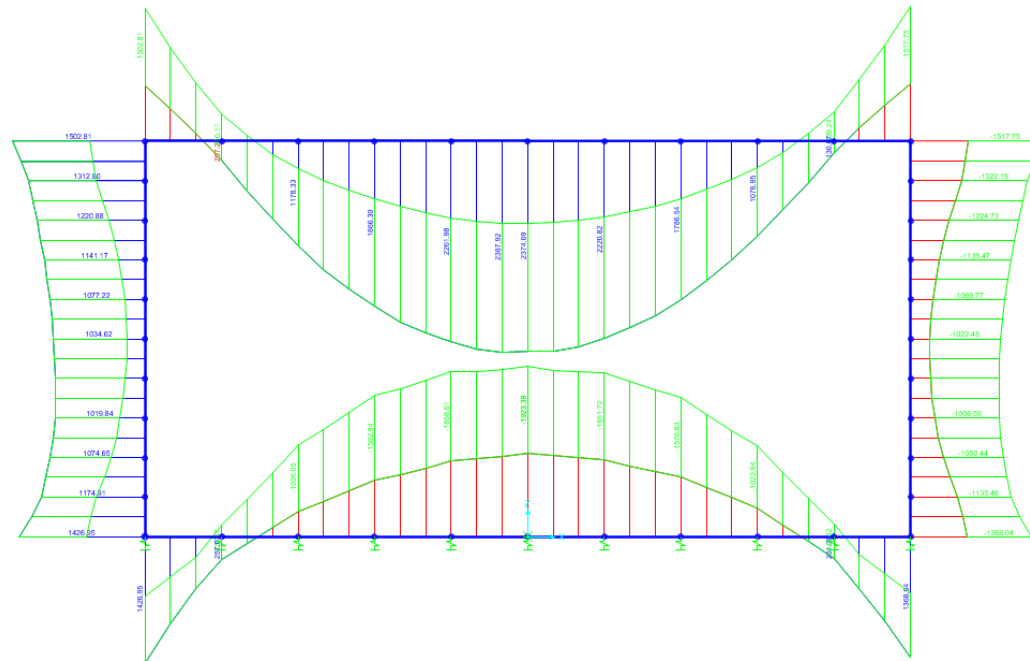


1.2.4 ELA SISMO

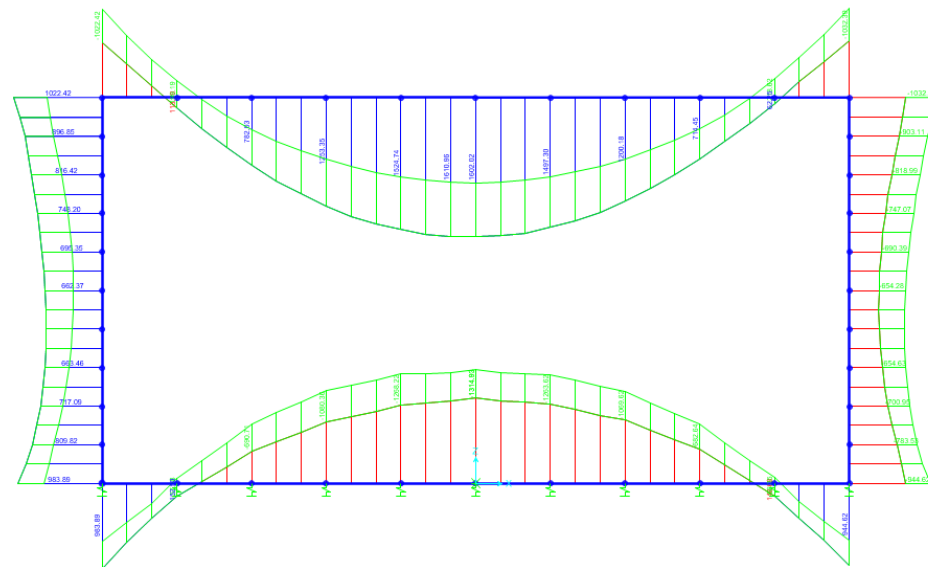


1.3 DIAGRAMAS DE FLECTORES

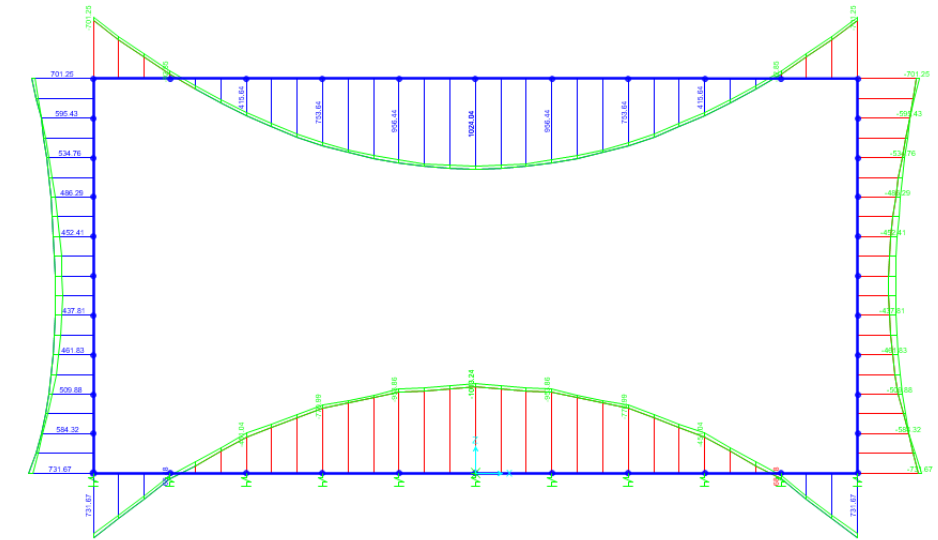
1.3.1 ELU PERSISTENTE O TRANSITORIA



1.3.2 ELS CARACTERÍSTICA

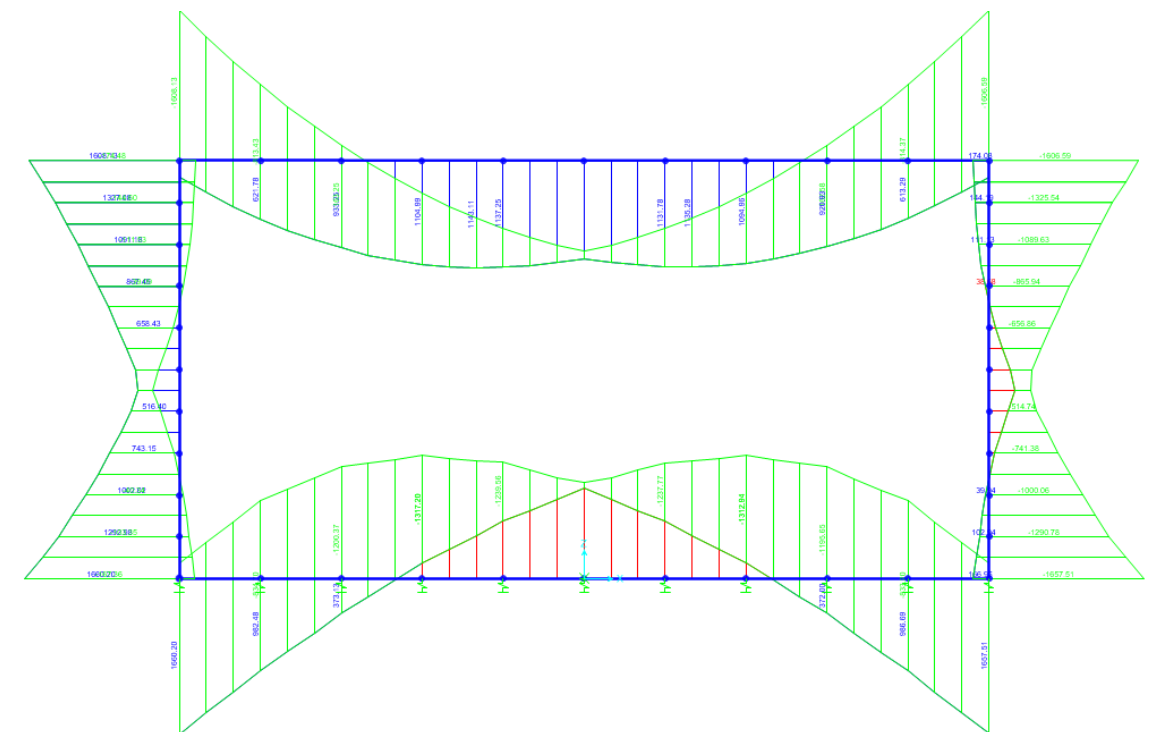


1.3.3 ELS CUASIPERMANENTE



1.3.4 ELA SISMO

i



APÉNDICE Nº II: **TABLAS DE SAP**

1. GEOMETRÍA DE LOS NUDOS

TABLE: Objects And Elements - Joints				
JointElem	JointObject	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	m	m	m
1	1	-6.5	0	0
2	2	6.5	0	0
3	3	6.5	0	6.7
4	4	-6.5	0	6.7
5	5	-5.2	0	0
6	6	-3.9	0	0
7	7	-2.6	0	0
8	8	-1.3	0	0
9	9	0	0	0
10	10	1.3	0	0
11	11	2.6	0	0
12	12	3.9	0	0
13	13	5.2	0	0
32	32	-5.2	0	6.7
33	33	-3.9	0	6.7
34	34	-2.6	0	6.7
35	35	-1.3	0	6.7
36	36	0	0	6.7
37	37	1.3	0	6.7
38	38	2.6	0	6.7
39	39	3.9	0	6.7
40	40	5.2	0	6.7
14	14	-6.5	0	0.67
15	15	-6.5	0	1.34
16	16	-6.5	0	2.01
17	17	-6.5	0	2.68
18	18	-6.5	0	3.35
19	19	-6.5	0	4.02
20	20	-6.5	0	4.69
21	21	-6.5	0	5.36
22	22	-6.5	0	6.03
23	23	6.5	0	0.67
24	24	6.5	0	1.34
25	25	6.5	0	2.01
26	26	6.5	0	2.68
27	27	6.5	0	3.35
28	28	6.5	0	4.02
29	29	6.5	0	4.69
30	30	6.5	0	5.36
31	31	6.5	0	6.03

2. GEOMETRÍA DE LAS BARRAS

TABLE: Objects And Elements - Frames			
FrameElem	FrameObject	ElemJtl	ElemJtJ
Text	Text	Text	Text
5-1	5	1	5
6-1	6	5	6
7-1	7	6	7
8-1	8	7	8
9-1	9	8	9
10-1	10	9	10
11-1	11	10	11
12-1	12	11	12
13-1	13	12	13
14-1	14	13	2
35-1	35	4	32
36-1	36	32	33
37-1	37	33	34
38-1	38	34	35
39-1	39	35	36
40-1	40	36	37
41-1	41	37	38
42-1	42	38	39
43-1	43	39	40
44-1	44	40	3
2-1	2	1	14
3-1	3	14	15
4-1	4	15	16
15-1	15	16	17
16-1	16	17	18
17-1	17	18	19
18-1	18	19	20
19-1	19	20	21
20-1	20	21	22
21-1	21	22	4
23-1	23	2	23
24-1	24	23	24
25-1	25	24	25
26-1	26	25	26
27-1	27	26	27
28-1	28	27	28
29-1	29	28	29
30-1	30	29	30
31-1	31	30	31
32-1	32	31	3

3. REACCIONES EN LOS NUDOS

TABLE: Joint Reactions			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
1	8.Sismo	Max	131.871
1	8.Sismo	Min	-134.4
1	ELU Persistente o Transitoria	Max	436.257
1	ELU Persistente o Transitoria	Min	167.464
1	ELS Característica	Max	301.784
1	ELS Característica	Min	179.156
1	ELS Cuasipermanente	Max	198.75
1	ELS Cuasipermanente	Min	196.855
2	8.Sismo	Max	131.871
2	8.Sismo	Min	-134.4
2	ELU Persistente o Transitoria	Max	413.968
2	ELU Persistente o Transitoria	Min	165.845
2	ELS Característica	Max	286.925
2	ELS Característica	Min	178.077
2	ELS Cuasipermanente	Max	198.75
2	ELS Cuasipermanente	Min	196.855
5	8.Sismo	Max	95.65
5	8.Sismo	Min	-96.613
5	ELU Persistente o Transitoria	Max	379.919
5	ELU Persistente o Transitoria	Min	160.973
5	ELS Característica	Max	263.963
5	ELS Característica	Min	167.692
5	ELS Cuasipermanente	Max	179.685
5	ELS Cuasipermanente	Min	178.963
6	8.Sismo	Max	65.605
6	8.Sismo	Min	-65.401
6	ELU Persistente o Transitoria	Max	324.938
6	ELU Persistente o Transitoria	Min	152.275
6	ELS Característica	Max	226.753
6	ELS Característica	Min	154.999
6	ELS Cuasipermanente	Max	160.6
6	ELS Cuasipermanente	Min	160.447
7	8.Sismo	Max	40.846
7	8.Sismo	Min	-39.841
7	ELU Persistente o Transitoria	Max	278.552
7	ELU Persistente o Transitoria	Min	142.133
7	ELS Característica	Max	194.974
7	ELS Característica	Min	142.906
7	ELS Cuasipermanente	Max	145.206
7	ELS Cuasipermanente	Min	144.452

8	8.Sismo	Max	19.874
8	8.Sismo	Min	-18.403
8	ELU Persistente o Transitoria	Max	242.987
8	ELU Persistente o Transitoria	Min	133.629
8	ELS Característica	Max	170.706
8	ELS Característica	Min	133.748
8	ELS Cuasipermanente	Max	135.09
8	ELS Cuasipermanente	Min	133.987
9	8.Sismo	Max	0.812
9	8.Sismo	Min	0
9	ELU Persistente o Transitoria	Max	220.308
9	ELU Persistente o Transitoria	Min	131.557
9	ELS Característica	Max	155.394
9	ELS Característica	Min	131.157
9	ELS Cuasipermanente	Max	131.575
9	ELS Cuasipermanente	Min	130.357
10	8.Sismo	Max	19.874
10	8.Sismo	Min	-18.403
10	ELU Persistente o Transitoria	Max	237.941
10	ELU Persistente o Transitoria	Min	135.432
10	ELS Característica	Max	167.342
10	ELS Característica	Min	134.95
10	ELS Cuasipermanente	Max	135.09
10	ELS Cuasipermanente	Min	133.987
11	8.Sismo	Max	40.846
11	8.Sismo	Min	-39.841
11	ELU Persistente o Transitoria	Max	268.746
11	ELU Persistente o Transitoria	Min	146.021
11	ELS Característica	Max	188.436
11	ELS Característica	Min	145.498
11	ELS Cuasipermanente	Max	145.206
11	ELS Cuasipermanente	Min	144.452
12	8.Sismo	Max	65.605
12	8.Sismo	Min	-65.401
12	ELU Persistente o Transitoria	Max	310.784
12	ELU Persistente o Transitoria	Min	154.099
12	ELS Característica	Max	217.316
12	ELS Característica	Min	156.215
12	ELS Cuasipermanente	Max	160.6
12	ELS Cuasipermanente	Min	160.447
13	8.Sismo	Max	95.65
13	8.Sismo	Min	-96.613
13	ELU Persistente o Transitoria	Max	361.641
13	ELU Persistente o Transitoria	Min	161.055

13	ELS Característica	Max	251.777
13	ELS Característica	Min	167.747
13	ELS Cuasipermanente	Max	179.685
13	ELS Cuasipermanente	Min	178.963

3	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000022	-0.01198	0.000704	-
3	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000033	-0.01209	0.000763	-
4	8.Sismo	Max	0.015214	0.00811	0.001684	-
4	8.Sismo	Min	-0.015111	-0.00796	0.001766	-
4	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.005089	-0.01022	0.002097	-
4	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.005789	-0.02654	0.000105	-
4	ELS Característica	Max	0.003392	-0.01092	0.001395	-
4	ELS Característica	Min	-0.003851	-0.01836	0.000363	-
4	ELS Cuasipermanente	Max	0.000033	-0.01198	0.000763	-
4	ELS Cuasipermanente	Min	0.000022	-0.01209	0.000704	-
5	8.Sismo	Max	0.000052	0.005806	0.001596	-
5	8.Sismo	Min	-0.000041	-0.00575	0.001532	-
5	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.000075	-0.00967	0.000286	-
5	ELU Persistente o Transitoria	Min	0.000019	-0.02283	0.002568	-
5	ELS Característica	Max	0.000049	-0.01008	0.000515	-
5	ELS Característica	Min	0.000023	-0.01586	0.001728	-
5	ELS Cuasipermanente	Max	0.000042	-0.01076	0.000831	-
5	ELS Cuasipermanente	Min	0.000028	-0.0108	0.000878	-
6	8.Sismo	Max	0.000039	0.00393	0.001314	-
6	8.Sismo	Min	-0.000031	-0.00394	0.001269	-
6	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.000056	-0.00915	0.000273	-
6	ELU Persistente o Transitoria	Min	0.000015	-0.01953	0.002377	-
6	ELS Característica	Max	0.000037	-0.00932	0.000475	-
6	ELS Característica	Min	0.000017	-0.01363	0.001606	-
6	ELS Cuasipermanente	Max	0.000032	-0.00964	0.000775	-
6	ELS Cuasipermanente	Min	0.000021	-0.00965	0.000809	-
7	8.Sismo	Max	0.000026	0.002394	0.001089	-
7	8.Sismo	Min	-0.000021	-0.00246	-0.00106	-
7	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.000038	-0.00854	0.000085	-
7	ELU Persistente o Transitoria	Min	0.000009742	-0.01674	-	-

4. DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS

TABLE: Joint Displacements					
Joint	OutputCase	StepType	U1	U3	R2
Text	Text	Text	m	m	Radians
1	8.Sismo	Max	0.000065	0.008077	0.001898
1	8.Sismo	Min	-0.000052	-0.00793	0.001816
1	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.000094	-0.01006	0.000073
1	ELU Persistente o Transitoria	Min	0.000024	-0.02622	0.002386
1	ELS Característica	Max	0.000062	-0.01077	0.000343
1	ELS Característica	Min	0.000029	-0.01814	0.001592
1	ELS Cuasipermanente	Max	0.000053	-0.01183	0.000697
1	ELS Cuasipermanente	Min	0.000035	-0.01194	0.000759
2	8.Sismo	Max	0.000052	0.008077	0.001816
2	8.Sismo	Min	-0.000065	-0.00793	0.001898
2	ELU Persistente o Transitoria	Max	-0.000023	-0.00997	0.002221
2	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.000089	-0.02488	-3.07E-06
2	ELS Característica	Max	-0.000028	-0.0107	0.001482
2	ELS Característica	Min	-0.000058	-0.01724	0.000292
2	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000035	-0.01183	0.000759
2	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000053	-0.01194	0.000697
3	8.Sismo	Max	0.015111	0.00811	0.001766
3	8.Sismo	Min	-0.015214	-0.00796	0.001684
3	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.00501	-0.01013	0.000209
3	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.005859	-0.02519	0.002194
3	ELS Característica	Max	0.003332	-0.01086	0.000433
3	ELS Característica	Min	-0.003905	-0.01746	-0.00146

					0.001944		11	8.Sismo	Max		0.000021	0.002394	0.00106
					-								-
7	ELS Característica	Max	0.000025	-0.00859	0.000274		11	8.Sismo	Min		-0.000026	-0.00246	0.001089
					-								-
7	ELS Característica	Min	0.000012	-0.01172	0.001314		11	ELU Persistente o Transitoria	Max		0.000009084	-0.00878	0.001774
					-								-
7	ELS Cuasipermanente	Max	0.000021	-0.00868	0.000586		11	ELU Persistente o Transitoria	Min		-0.000036	-0.01615	-8.66E-06
					-								-
7	ELS Cuasipermanente	Min	0.000014	-0.00873	0.000608		11	ELS Característica	Max		-0.000011	-0.00874	0.001201
					-								-
8	8.Sismo	Max	0.000013	0.001106	0.000943		11	ELS Característica	Min		-0.000023	-0.01132	0.000212
					-								-
8	8.Sismo	Min	-0.00001	-0.00119	0.000929		11	ELS Cuasipermanente	Max		-0.000014	-0.00868	0.000608
					-								-
8	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.000019	-0.00803	0.00023		11	ELS Cuasipermanente	Min		-0.000021	-0.00873	0.000586
					-								-
					-		12	8.Sismo	Max		0.000031	0.00393	0.001269
					-								-
8	ELU Persistente o Transitoria	Min	0.000004871	-0.0146	0.001374		12	8.Sismo	Min		-0.000039	-0.00394	0.001314
					-								-
8	ELS Característica	Max	0.000012	-0.00804	0.000038		12	ELU Persistente o Transitoria	Max		-0.000014	-0.00926	0.002197
					-								-
8	ELS Característica	Min	0.000005818	-0.01026	0.000926		12	ELU Persistente o Transitoria	Min		-0.000053	-0.01868	0.000193
					-								-
8	ELS Cuasipermanente	Max	0.000011	-0.00805	0.000314		12	ELS Característica	Max		-0.000017	-0.00939	0.001485
					-								-
8	ELS Cuasipermanente	Min	0.00000702	-0.00812	0.000324		12	ELS Característica	Min		-0.000035	-0.01306	0.000421
					-								-
9	8.Sismo	Max	0	0	0.000888		12	ELS Cuasipermanente	Max		-0.000021	-0.00964	0.000809
					-								-
9	8.Sismo	Min	0	-4.9E-05	0.000888		12	ELS Cuasipermanente	Min		-0.000032	-0.00965	0.000775
					-								-
9	ELU Persistente o Transitoria	Max	0	-0.00791	0.000624		13	8.Sismo	Max		0.000041	0.005806	0.001532
					-								-
9	ELU Persistente o Transitoria	Min	0	-0.01324	0.000757		13	8.Sismo	Min		-0.000052	-0.00575	0.001596
					-								-
9	ELS Característica	Max	0	-0.00788	0.000416		13	ELU Persistente o Transitoria	Max		-0.000018	-0.00968	0.002387
					-								-
9	ELS Característica	Min	0	-0.00934	0.000505		13	ELU Persistente o Transitoria	Min		-0.000071	-0.02173	0.000212
					6.475E-								-
9	ELS Cuasipermanente	Max	0	-0.00783	16		13	ELS Característica	Max		-0.000022	-0.01008	0.001607
					6.422E-								-
9	ELS Cuasipermanente	Min	0	-0.00791	16		13	ELS Característica	Min		-0.000047	-0.01513	0.000466
					-								-
10	8.Sismo	Max	0.00001	0.001106	0.000929		13	ELS Cuasipermanente	Max		-0.000028	-0.01076	0.000878
					-								-
10	8.Sismo	Min	-0.000013	-0.00119	0.000943		13	ELS Cuasipermanente	Min		-0.000042	-0.0108	0.000831
					-								-
10	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.000004542	-0.00814	0.001221		14	8.Sismo	Max		0.001443	0.00808	0.002136
					-								-
10	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.000018	-0.0143	0.000342		14	8.Sismo	Min		-0.001366	-0.00793	0.002043
					-								-
10	ELS Característica	Max	0.000005599	-0.00811	0.000824		14	ELU Persistente o Transitoria	Max		0.00016	-0.01008	0.000186
					-								-
10	ELS Característica	Min	-0.000012	-0.01006	0.000113		14	ELU Persistente o Transitoria	Min		-0.001436	-0.02625	0.002046
					-								-
10	ELS Cuasipermanente	Max	-0.00000702	-0.00805	0.000324		14	ELS Característica	Max		-0.000071	-0.01078	0.000111
					-								-
10	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000011	-0.00812	0.000314		14	ELS Característica	Min		-0.000938	-0.01816	0.001352
					-								-
					-		14	ELS Cuasipermanente	Max		-0.000331	-0.01185	0.000505
					-								-
					-		14	ELS Cuasipermanente	Min		-0.000398	-0.01196	0.000572
					-		15	8.Sismo	Max		0.002959	0.008083	0.002309
					-								-
10	ELS Característica	Min	-0.000012	-0.01006	0.000113		15	8.Sismo	Min		-0.002814	-0.00793	0.002218
					-								-
10	ELS Cuasipermanente	Max	-0.00000702	-0.00805	0.000324		15	ELU Persistente o Transitoria	Max		0.000373	-0.0101	0.00038
					-								-
10	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000011	-0.00812	0.000314		15	ELU Persistente o Transitoria	Min		-0.002692	-0.02629	-
					-								-

					0.001732							0.002404
15	ELS Característica	Max	-0.000066	-0.0108	0.000077		19	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.002084	-0.01016	0.000993
					-							-
15	ELS Característica	Min	-0.001763	-0.01818	0.001139		19	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.005782	-0.02642	0.000734
					-		19	ELS Característica	Max	0.000917	-0.01086	0.000653
15	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000605	-0.01186	0.000352							-
					-		19	ELS Característica	Min	-0.003807	-0.01828	0.000431
15	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000718	-0.01198	0.000411		19	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000919	-0.01192	0.000122
16	8.Sismo	Max	0.004568	0.008087	0.002419		19	ELS Cuasipermanente	Min	-0.001084	-0.01204	0.000095
					-		20	8.Sismo	Max	0.011137	0.0081	0.002279
16	8.Sismo	Min	-0.004363	-0.00794	0.002342							-
16	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.000691	-0.01011	0.000525		20	8.Sismo	Min	-0.01087	-0.00795	0.002322
					-		20	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.002681	-0.01018	0.001243
16	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.003748	-0.02632	0.001437							-
16	ELS Característica	Max	0.000048	-0.01082	0.000233		20	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.006086	-0.02645	0.000571
					-		20	ELS Característica	Max	0.001375	-0.01088	0.000814
16	ELS Característica	Min	-0.002455	-0.01821	0.000945							-
					-		20	ELS Característica	Min	-0.004018	-0.0183	0.000263
16	ELS Cuasipermanente	Max	-0.00079	-0.01188	0.000227		20	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000821	-0.01194	0.00026
					-		20	ELS Cuasipermanente	Min	-0.00096	-0.01205	0.000214
16	ELS Cuasipermanente	Min	-0.00094	-0.01199	0.000268		21	8.Sismo	Max	0.012628	0.008103	0.002118
17	8.Sismo	Max	0.00623	0.00809	0.002468							-
					-		21	8.Sismo	Min	-0.012402	-0.00795	0.002188
17	8.Sismo	Min	-0.005978	-0.00794	0.002414		21	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.003361	-0.01019	0.001506
17	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.00109	-0.01013	0.00064							-
					-		21	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.006195	-0.02648	0.000381
17	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.004612	-0.02635	0.001153		21	ELS Característica	Max	0.001926	-0.01089	0.000988
17	ELS Característica	Max	0.000255	-0.01083	0.000368							-
					-		21	ELS Característica	Min	-0.004103	-0.01832	0.000078
17	ELS Característica	Min	-0.003024	-0.01823	0.000762		21	ELS Cuasipermanente	Max	-0.00064	-0.01195	0.000411
					-		21	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000742	-0.01207	0.000352
17	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000901	-0.01189	0.000117		22	8.Sismo	Max	0.013995	0.008106	0.001918
					-							-
17	ELS Cuasipermanente	Min	-0.001073	-0.01201	0.000136		22	8.Sismo	Min	-0.013827	-0.00795	0.002003
18	8.Sismo	Max	0.007904	0.008093	0.002458		22	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.004156	-0.0102	0.00179
					-							-
18	8.Sismo	Min	-0.007623	-0.00794	0.002435		22	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.006099	-0.02651	0.000155
18	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.001556	-0.01015	0.000759		22	ELS Característica	Max	0.002594	-0.0109	0.001181
					-		22	ELS Característica	Min	-0.004051	-0.01834	0.000131
18	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.00529	-0.02639	0.000888		22	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000362	-0.01197	0.000577
18	ELS Característica	Max	0.000545	-0.01085	0.0005		22	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000418	-0.01208	0.000513
					-		23	8.Sismo	Max	0.001366	0.00808	0.002043
18	ELS Característica	Min	-0.003474	-0.01825	0.000588							-
18	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000943	-0.01191	-8.1E-06		23	8.Sismo	Min	-0.001443	-0.00793	0.002136
					-		23	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.001339	-0.00998	0.0019
18	ELS Cuasipermanente	Min	-0.001121	-0.01202	0.000012		23	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.000209	-0.02491	-0.00027
19	8.Sismo	Max	0.009551	0.008097	0.002394		23	ELS Característica	Max	0.000873	-0.01072	0.001255
19	8.Sismo	Min	-0.009265	-0.00795	-							-

23	ELS Característica	Min	0.000038	-0.01727	0.000055	-	-	-	-	-	-
23	ELS Cuasipermanente	Max	0.000398	-0.01185	0.000572	28	8.Sismo	Min	-0.009551	-0.00795	0.002394
23	ELS Cuasipermanente	Min	0.000331	-0.01196	0.000505	28	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.005306	-0.01007	0.000635
24	8.Sismo	Max	0.002814	0.008083	0.002218	-	-	-	-	-	-
24	8.Sismo	Min	-0.002959	-0.00793	0.002309	28	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.002491	-0.02507	0.001118
24	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.002505	-0.01	0.001604	28	ELS Característica	Max	0.003489	-0.0108	0.000365
24	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.000481	-0.02494	0.000471	-	-	-	-	-	-
24	ELS Característica	Max	0.001638	-0.01074	0.001054	28	ELS Característica	Min	-0.001189	-0.01738	0.000736
24	ELS Característica	Min	0.000005825	-0.01729	0.000138	28	ELS Cuasipermanente	Max	0.001084	-0.01192	0.000095
24	ELS Cuasipermanente	Max	0.000718	-0.01186	0.000411	28	ELS Cuasipermanente	Min	0.000919	-0.01204	0.000122
24	ELS Cuasipermanente	Min	0.000605	-0.01198	0.000352	29	8.Sismo	Max	0.01087	0.0081	0.002322
25	8.Sismo	Max	0.004363	0.008087	0.002342	-	-	-	-	-	-
25	8.Sismo	Min	-0.004568	-0.00794	0.002419	29	8.Sismo	Min	-0.011137	-0.00795	0.002279
25	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.00348	-0.01002	0.001321	29	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.005539	-0.01008	0.000473
25	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.000864	-0.02498	0.000626	-	-	-	-	-	-
25	ELS Característica	Max	0.002277	-0.01075	0.000868	29	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.003178	-0.0251	0.001368
25	ELS Característica	Min	-0.000163	-0.01731	-0.0003	29	ELS Característica	Max	0.003654	-0.01081	0.000198
25	ELS Cuasipermanente	Max	0.00094	-0.01188	0.000268	-	-	-	-	-	-
25	ELS Cuasipermanente	Min	0.00079	-0.01199	0.000227	29	ELS Característica	Min	-0.001706	-0.0174	0.000898
26	8.Sismo	Max	0.005978	0.00809	0.002414	29	ELS Cuasipermanente	Max	0.00096	-0.01194	0.000214
26	8.Sismo	Min	-0.00623	-0.00794	0.002468	29	ELS Cuasipermanente	Min	0.000821	-0.01205	-0.00026
26	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.004271	-0.01004	0.001045	30	8.Sismo	Max	0.012402	0.008103	0.002188
26	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.001335	-0.02501	0.000751	-	-	-	-	-	-
26	ELS Característica	Max	0.002797	-0.01077	0.000691	30	8.Sismo	Min	-0.012628	-0.00795	0.002118
26	ELS Característica	Min	-0.000418	-0.01733	0.000442	30	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.005573	-0.0101	0.000282
26	ELS Cuasipermanente	Max	0.001073	-0.01189	0.000136	-	-	-	-	-	-
26	ELS Cuasipermanente	Min	0.000901	-0.01201	0.000117	30	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.003954	-0.02513	0.001628
27	8.Sismo	Max	0.007623	0.008093	0.002435	30	ELS Característica	Max	0.003688	-0.01083	0.000012
27	8.Sismo	Min	-0.007904	-0.00794	0.002458	30	ELS Característica	Min	-0.002322	-0.01742	0.001069
27	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.004881	-0.01005	0.000786	30	ELS Cuasipermanente	Max	0.000742	-0.01195	0.000352
27	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.001878	-0.02504	0.000878	30	ELS Cuasipermanente	Min	0.00064	-0.01207	0.000411
27	ELS Característica	Max	0.003201	-0.01078	0.00052	31	8.Sismo	Max	0.013827	0.008106	0.002003
27	ELS Característica	Min	-0.00076	-0.01736	-0.00058	-	-	-	-	-	-
27	ELS Cuasipermanente	Max	0.001121	-0.01191	0.000012	31	8.Sismo	Min	-0.013995	-0.00795	0.001918
27	ELS Cuasipermanente	Min	0.000943	-0.01202	8.097E-06	31	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.005403	-0.01011	0.000055
28	8.Sismo	Max	0.009265	0.008097	0.002404	-	-	-	-	-	-
						31	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.004839	-0.02516	0.001902
						31	ELS Característica	Max	0.003587	-0.01084	0.000198
						31	ELS Característica	Min	-0.003049	-0.01744	0.001255
						31	ELS Cuasipermanente	Max	0.000418	-0.01197	-

[illegible]

40	8.Sismo	Min	-0.015204	-0.00586	0.001435	-
40	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.005015	-0.01218	-0.00036	-
40	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.005849	-0.02659	-0.00237	-
40	ELS Característica	Max	0.003337	-0.01266	0.000564	-
40	ELS Característica	Min	-0.003899	-0.0184	0.001588	-
40	ELS Cuasipermanente	Max	-0.000018	-0.01305	0.000832	-
40	ELS Cuasipermanente	Min	-0.000027	-0.01324	0.000879	-

3	15	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-506.7409
3	14	ELU Persistente o Transitoria	Max	-77.904	1414.877	1414.877	-549.6052
3	15	ELU Persistente o Transitoria	Max	265.626	-647.808	-647.808	1074.646
3	14	ELU Persistente o Transitoria	Min	-364.93	664.558	664.558	-1174.906
3	15	ELU Persistente o Transitoria	Min	36.745	-1392.26	-1392.26	387.3979
3	14	ELS Característica	Max	101.731	977.826	977.826	-566.0149
3	15	ELS Característica	Max	173.081	-649.872	-649.872	717.0932
3	14	ELS Característica	Min	239.284	666.622	666.622	-809.8235
3	15	ELS Característica	Min	60.572	-961.076	-961.076	457.748
3	14	ELS Cuasipermanente	Max	131.983	670.75	670.75	-577.0593
3	15	ELS Cuasipermanente	Max	135.949	-654	-654	509.8753
3	14	ELS Cuasipermanente	Min	-197.69	670.75	670.75	-584.319
3	15	ELS Cuasipermanente	Min	90.825	-654	-654	465.5857
4	15	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	506.7409
4	16	8.Sismo	Max	309.804	133.102	133.102	268.3788
4	15	8.Sismo	Min	319.631	-133.102	-133.102	-479.459
4	16	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-332.1662
4	15	ELU Persistente o Transitoria	Max	-36.745	1392.264	1392.264	-387.3979
4	16	ELU Persistente o Transitoria	Max	174.261	-631.058	-631.058	1019.8362
4	15	ELU Persistente o Transitoria	Min	265.626	647.808	647.808	-1074.646
4	16	ELU Persistente o Transitoria	Min	-0.885	-1369.65	-1369.65	282.7806
4	15	ELS Característica	Max	-60.572	961.076	961.076	-457.748
4	16	ELS Característica	Max	112.172	-633.122	-633.122	663.4612
4	15	ELS Característica	Min	173.081	649.872	649.872	-717.0932
4	16	ELS Característica	Min	22.942	-944.326	-944.326	387.8745
4	15	ELS Cuasipermanente	Max	-90.825	654	654	-465.5857
4	16	ELS Cuasipermanente	Max	79.502	-637.25	-637.25	461.8259
4	15	ELS Cuasipermanente	Min	135.949	654	654	-509.8753
4	16	ELS Cuasipermanente	Min	53.194	-637.25	-637.25	393.705
5	1	8.Sismo	Max	327.493	0	0	914.7878
5	5	8.Sismo	Max	260.559	1.298	1.298	857.4906
5	1	8.Sismo	Min	260.559	-1.298	-1.298	-855.8904
5	5	8.Sismo	Min	327.493	0	0	-913.1007
5	1	ELU Persistente o Transitoria	Max	472.174	-490.289	-490.289	1426.947
5	5	ELU Persistente o Transitoria	Max	122.591	1061.505	1061.505	125.6708

5. ESFUERZOS EN LAS BARRAS

TABLE: Element Joint Forces - Frames

Frame	Joint	OutputCase	StepType	F1	F3	F3	M2
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m
2	1	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	855.8904
2	14	8.Sismo	Max	325.527	133.102	133.102	695.8066
2	1	8.Sismo	Min	327.493	-133.102	-133.102	-914.7878
2	14	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-681.3157
2	1	ELU Persistente o Transitoria	Max	122.591	1437.489	1437.489	-666.1442
2	14	ELU Persistente o Transitoria	Max	364.93	-664.558	-664.558	1174.9058
2	1	ELU Persistente o Transitoria	Min	472.174	681.308	681.308	-1426.947
2	14	ELU Persistente o Transitoria	Min	77.904	-1414.88	-1414.88	549.6052
2	1	ELS Característica	Max	146.418	994.576	994.576	-673.2699
2	14	ELS Característica	Max	239.284	-666.622	-666.622	809.8235
2	1	ELS Característica	Min	-310.78	683.372	683.372	-983.8939
2	14	ELS Característica	Min	101.731	-977.826	-977.826	566.0149
2	1	ELS Cuasipermanente	Max	-176.67	687.5	687.5	-687.5211
2	14	ELS Cuasipermanente	Max	197.69	-670.75	-670.75	584.319
2	1	ELS Cuasipermanente	Min	264.723	687.5	687.5	-731.6723
2	14	ELS Cuasipermanente	Min	131.983	-670.75	-670.75	577.0593
3	14	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	681.3157
3	15	8.Sismo	Max	319.631	133.102	133.102	479.459
3	14	8.Sismo	Min	325.527	-133.102	-133.102	-695.8066



5	1	ELU Persistente o Transitoria	Min	122.591	-1008.86	-1008.86	666.1442	7	6	ELS Característica	Max	310.78	-225.271	-225.271	-367.97
				-								-			
5	5	ELU Persistente o Transitoria	Min	472.174	529.289	529.289	-257.0317	7	7	ELS Característica	Max	146.418	343.623	343.623	1080.3565
5	1	ELS Característica	Max	310.78	-489.776	-489.776	983.8939	7	6	ELS Característica	Min	146.418	-304.623	-304.623	-690.7086
				-				7	7	ELS Característica	Min	-310.78	264.271	264.271	707.376
5	5	ELS Característica	Max	146.418	735.61	735.61	57.1807	7	6	ELS Cuasipermanente	Max	264.723	-226.618	-226.618	-412.7536
5	1	ELS Característica	Min	146.418	-696.61	-696.61	673.2699	7	7	ELS Cuasipermanente	Max	-176.67	268.083	268.083	770.9906
5	5	ELS Característica	Min	-310.78	528.776	528.776	-152.4959	7	6	ELS Cuasipermanente	Min	176.67	-229.083	-229.083	-451.0376
5	1	ELS Cuasipermanente	Max	264.723	-488.75	-488.75	731.6723					-			
5	5	ELS Cuasipermanente	Max	-176.67	529.645	529.645	-26.7965	7	7	ELS Cuasipermanente	Min	264.723	265.618	265.618	735.9109
5	1	ELS Cuasipermanente	Min	176.67	-490.645	-490.645	687.5211	8	7	8.Sismo	Max	327.493	200.871	200.871	573.5101
				-				8	8	8.Sismo	Max	260.559	203.154	203.154	265.5824
5	5	ELS Cuasipermanente	Min	264.723	527.75	527.75	-68.4834					-			
6	5	8.Sismo	Max	327.493	94.419	94.419	913.1007	8	7	8.Sismo	Min	260.559	-203.154	-203.154	-526.7141
6	6	8.Sismo	Max	260.559	97.911	97.911	734.7457					-			
				-				8	8	8.Sismo	Min	327.493	-200.871	-200.871	-309.4102
6	5	8.Sismo	Min	260.559	-97.911	-97.911	-857.4906	8	7	ELU Persistente o Transitoria	Max	472.174	-117.661	-117.661	-640.4897
				-								-			
6	6	8.Sismo	Min	327.493	-94.419	-94.419	-785.8163	8	8	ELU Persistente o Transitoria	Max	122.591	325.139	325.139	1858.6143
6	5	ELU Persistente o Transitoria	Max	472.174	-347.633	-347.633	257.0317	8	7	ELU Persistente o Transitoria	Min	122.591	-272.489	-272.489	-1592.942
				-								-			
6	6	ELU Persistente o Transitoria	Max	122.591	745.328	745.328	1036.0456	8	8	ELU Persistente o Transitoria	Min	472.174	156.661	156.661	853.1573
6	5	ELU Persistente o Transitoria	Min	122.591	-692.678	-692.678	-125.6708	8	7	ELS Característica	Max	310.78	-118.829	-118.829	-707.376
				-								-			
6	6	ELU Persistente o Transitoria	Min	472.174	386.633	386.633	288.1528	8	8	ELS Característica	Max	146.418	225.835	225.835	1268.2181
6	5	ELS Característica	Max	310.78	-347.777	-347.777	152.4959	8	7	ELS Característica	Min	146.418	-186.835	-186.835	-1080.357
				-				8	8	ELS Característica	Min	-310.78	157.829	157.829	908.6261
6	6	ELS Característica	Max	146.418	517.561	517.561	690.7086	8	7	ELS Cuasipermanente	Max	264.723	-121.165	-121.165	-735.9109
6	5	ELS Característica	Min	146.418	-478.561	-478.561	-57.1807	8	8	ELS Cuasipermanente	Max	-176.67	161.877	161.877	953.8556
6	6	ELS Característica	Min	-310.78	386.777	386.777	367.97	8	7	ELS Cuasipermanente	Min	176.67	-122.877	-122.877	-770.9906
6	5	ELS Cuasipermanente	Max	264.723	-348.065	-348.065	68.4834					-			
6	6	ELS Cuasipermanente	Max	-176.67	389.682	389.682	451.0376	8	8	ELS Cuasipermanente	Min	264.723	160.165	160.165	921.0011
6	5	ELS Cuasipermanente	Min	176.67	-350.682	-350.682	26.7965	9	8	8.Sismo	Max	327.493	220.745	220.745	309.4102
				-				9	9	8.Sismo	Max	260.559	221.557	221.557	0
6	6	ELS Cuasipermanente	Min	264.723	387.065	387.065	412.7536					-			
7	6	8.Sismo	Max	327.493	160.024	160.024	785.8163	9	8	8.Sismo	Min	260.559	-221.557	-221.557	-265.5824
7	7	8.Sismo	Max	260.559	163.312	163.312	526.7141					-			
				-				9	9	8.Sismo	Min	327.493	-220.745	-220.745	-21.3861
7	6	8.Sismo	Min	260.559	-163.312	-163.312	-734.7457	9	8	ELU Persistente o Transitoria	Max	472.174	21.481	21.481	-853.1573
				-								-			
7	7	8.Sismo	Min	327.493	-160.024	-160.024	-573.5101	9	9	ELU Persistente o Transitoria	Max	122.591	167.076	167.076	1923.3887
7	6	ELU Persistente o Transitoria	Max	472.174	-224.598	-224.598	-288.1528	9	8	ELU Persistente o Transitoria	Min	122.591	-114.426	-114.426	-1858.614
				-								-			
7	7	ELU Persistente o Transitoria	Max	122.591	493.763	493.763	1592.9424	9	9	ELU Persistente o Transitoria	Min	472.174	17.519	17.519	939.2228
7	6	ELU Persistente o Transitoria	Min	122.591	-441.113	-441.113	-1036.046	9	8	ELS Característica	Max	310.78	5.595	5.595	-908.6261
				-								-			
7	7	ELU Persistente o Transitoria	Min	472.174	263.598	263.598	640.4897	9	9	ELS Característica	Max	146.418	115.645	115.645	1314.9328

Página 45 de 52

13	12	ELS Cuasipermanente	Max	264.723	389.682	389.682	-412.7536	15	17	ELS Cuasipermanente	Min	19.092	-620.5	-620.5	357.871
13	13	ELS Cuasipermanente	Max	-176.67	-348.065	-348.065	-26.7965	16	17	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	157.5914
13	12	ELS Cuasipermanente	Min	176.67	387.065	387.065	-451.0376	16	18	8.Sismo	Max	278.357	133.102	133.102	16.9833
				-								-			
13	13	ELS Cuasipermanente	Min	264.723	-350.682	-350.682	-68.4834	16	17	8.Sismo	Min	296.046	-133.102	-133.102	-65.1997
14	13	8.Sismo	Max	327.493	1.298	1.298	913.1007					-			
14	2	8.Sismo	Max	260.559	0	0	855.8904	16	18	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-127.4446
				-				16	17	ELU Persistente o Transitoria	Max	34.988	1347.039	1347.039	-220.934
14	13	8.Sismo	Min	260.559	0	0	-857.4906	16	18	ELU Persistente o Transitoria	Max	30.428	-597.558	-597.558	1034.6174
				-				16	17	ELU Persistente o Transitoria	Min	-90.836	614.308	614.308	-1015.662
14	2	8.Sismo	Min	327.493	-1.298	-1.298	-914.7878	16	18	ELU Persistente o Transitoria	Min	-80.639	-1324.43	-1324.43	201.8195
14	13	ELU Persistente o Transitoria	Max	446.987	1024.019	1024.019	251.3042	16	17	ELS Característica	Max	11.161	927.576	927.576	-346.5147
				-				16	18	ELS Característica	Max	12.263	-599.622	-599.622	662.3733
14	2	ELU Persistente o Transitoria	Max	114.311	-498.52	-498.52	-640.2426	16	17	ELS Característica	Min	-56.555	616.372	616.372	-651.5961
14	13	ELU Persistente o Transitoria	Min	114.311	537.52	537.52	-142.4222	16	18	ELS Característica	Min	-47.767	-910.826	-910.826	333.643
				-				16	17	ELS Cuasipermanente	Max	-19.092	620.5	620.5	-357.871
14	2	ELU Persistente o Transitoria	Min	446.987	-971.369	-971.369	-1368.039	16	18	ELS Cuasipermanente	Max	-11.482	-603.75	-603.75	435.4549
14	13	ELS Característica	Max	293.989	710.619	710.619	148.6775	16	17	ELS Cuasipermanente	Min	-28.347	620.5	620.5	-437.8071
				-				16	18	ELS Cuasipermanente	Min	-17.514	-603.75	-603.75	354.5374
14	2	ELS Característica	Max	140.898	-495.263	-495.263	-656.0021	17	18	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	127.4446
14	13	ELS Característica	Min	140.898	534.263	534.263	-68.3483	17	19	8.Sismo	Max	256.737	133.102	133.102	191.5581
				-								-			
14	2	ELS Característica	Min	293.989	-671.619	-671.619	-944.622	17	18	8.Sismo	Min	278.357	-133.102	-133.102	-16.9833
14	13	ELS Cuasipermanente	Max	264.723	529.645	529.645	68.4834					-			
14	2	ELS Cuasipermanente	Max	-176.67	-488.75	-488.75	-687.5211	17	19	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-306.9204
14	13	ELS Cuasipermanente	Min	176.67	527.75	527.75	26.7965	17	18	ELU Persistente o Transitoria	Max	80.639	1324.427	1324.427	-201.8195
				-				17	19	ELU Persistente o Transitoria	Max	-3.311	-580.808	-580.808	1077.216
14	2	ELS Cuasipermanente	Min	264.723	-490.645	-490.645	-731.6723	17	18	ELU Persistente o Transitoria	Min	-30.428	597.558	597.558	-1034.617
15	16	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	332.1662					-			
15	17	8.Sismo	Max	296.046	133.102	133.102	65.1997	17	19	ELU Persistente o Transitoria	Min	141.492	-1301.81	-1301.81	230.6206
				-				17	18	ELS Característica	Max	47.767	910.826	910.826	-333.643
15	16	8.Sismo	Min	309.804	-133.102	-133.102	-268.3788	17	19	ELS Característica	Max	-19.245	-582.872	-582.872	695.3468
				-				17	18	ELS Característica	Min	-12.263	599.622	599.622	-662.3733
15	17	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-157.5914	17	19	ELS Característica	Min	-88.335	-894.076	-894.076	352.715
15	16	ELU Persistente o Transitoria	Max	0.885	1369.652	1369.652	-282.7806	17	18	ELS Cuasipermanente	Max	17.514	603.75	603.75	-354.5374
15	17	ELU Persistente o Transitoria	Max	90.836	-614.308	-614.308	1015.6617	17	19	ELS Cuasipermanente	Max	-38.528	-587	-587	452.4054
				-				17	18	ELS Cuasipermanente	Min	11.482	603.75	603.75	-435.4549
15	16	ELU Persistente o Transitoria	Min	174.261	631.058	631.058	-1019.836	17	19	ELS Cuasipermanente	Min	-58.083	-587	-587	380.1578
15	17	ELU Persistente o Transitoria	Min	-34.988	-1347.04	-1347.04	220.934	18	19	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	306.9204
15	16	ELS Característica	Max	-22.942	944.326	944.326	-387.8745	18	20	8.Sismo	Max	231.186	133.102	133.102	366.1328
15	17	ELS Característica	Max	56.555	-616.372	-616.372	651.5961					-			
				-				18	19	8.Sismo	Min	256.737	-133.102	-133.102	-191.5581
15	16	ELS Característica	Min	112.172	633.122	633.122	-663.4612					-			
15	17	ELS Característica	Min	-11.161	-927.576	-927.576	346.5147	18	20	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-470.5941
15	16	ELS Cuasipermanente	Max	-53.194	637.25	637.25	-393.705	18	19	ELU Persistente o Transitoria	Max	141.492	1301.814	1301.814	-230.6206
15	17	ELS Cuasipermanente	Max	28.347	-620.5	-620.5	437.8071	18	20	ELU Persistente o Transitoria	Max	-33.522	-564.058	-564.058	1141.1715
15	16	ELS Cuasipermanente	Min	-79.502	637.25	637.25	-461.8259					-			

18	19	ELU Persistente o Transitoria	Min	3.311	580.808	580.808	-1077.216	20	21	ELS Característica	Min	69.561	549.372	549.372	-816.4223
				-								-			
18	20	ELU Persistente o Transitoria	Min	194.405	-1279.2	-1279.2	302.0177	20	22	ELS Característica	Min	181.572	-843.826	-843.826	566.1303
18	19	ELS Característica	Max	88.335	894.076	894.076	-352.715	20	21	ELS Cuasipermanente	Max	123.341	553.5	553.5	-504.0755
18	20	ELS Característica	Max	-47.225	-566.122	-566.122	748.2044	20	22	ELS Cuasipermanente	Max	-98.497	-536.75	-536.75	595.434
18	19	ELS Característica	Min	19.245	582.872	582.872	-695.3468	20	21	ELS Cuasipermanente	Min	82.035	553.5	553.5	-534.7588
				-				20	22	ELS Cuasipermanente	Min	-148.03	-536.75	-536.75	595.2802
18	20	ELS Característica	Min	123.611	-877.326	-877.326	400.1845	21	22	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	740.0001
18	19	ELS Cuasipermanente	Max	58.083	587	587	-380.1578	21	4	8.Sismo	Max	130.948	133.102	133.102	889.8571
18	20	ELS Cuasipermanente	Max	-62.046	-570.25	-570.25	486.2947					-			
18	19	ELS Cuasipermanente	Min	38.528	587	587	-452.4054	21	22	8.Sismo	Min	168.292	-133.102	-133.102	-715.2823
18	20	ELS Cuasipermanente	Min	-93.358	-570.25	-570.25	431.1859					-			
19	20	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	470.5941	21	4	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-840.465
19	21	8.Sismo	Max	201.704	133.102	133.102	540.7076	21	22	ELU Persistente o Transitoria	Max	281.346	1233.977	1233.977	-551.3226
				-				21	4	ELU Persistente o Transitoria	Max	-86.426	-513.808	-513.808	1502.8103
19	20	8.Sismo	Min	231.186	-133.102	-133.102	-366.1328	21	22	ELU Persistente o Transitoria	Min	73.493	530.558	530.558	-1312.799
				-								-			
19	21	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-615.8319	21	4	ELU Persistente o Transitoria	Min	313.787	-1211.36	-1211.36	630.3469
19	20	ELU Persistente o Transitoria	Max	194.405	1279.202	1279.202	-302.0177	21	22	ELS Característica	Max	181.572	843.826	843.826	-566.1303
19	21	ELU Persistente o Transitoria	Max	-57.032	-547.308	-547.308	1220.88	21	4	ELS Característica	Max	-98.955	-515.872	-515.872	1022.4245
19	20	ELU Persistente o Transitoria	Min	33.522	564.058	564.058	-1141.172	21	22	ELS Característica	Min	86.022	532.622	532.622	-896.8511
				-								-			
19	21	ELU Persistente o Transitoria	Min	240.965	-1256.59	-1256.59	410.6916	21	4	ELS Característica	Min	203.199	-827.076	-827.076	642.2166
19	20	ELS Característica	Max	123.611	877.326	877.326	-400.1845	21	22	ELS Cuasipermanente	Max	148.03	536.75	536.75	-595.2802
19	21	ELS Característica	Max	-69.561	-549.372	-549.372	816.4223	21	4	ELS Cuasipermanente	Max	-111.43	-520	-520	701.2537
19	20	ELS Característica	Min	47.225	566.122	566.122	-748.2044	21	22	ELS Cuasipermanente	Min	98.497	536.75	536.75	-595.434
				-								-			
19	21	ELS Característica	Min	154.651	-860.576	-860.576	472.505	21	4	ELS Cuasipermanente	Min	167.427	-520	-520	665.9562
19	20	ELS Cuasipermanente	Max	93.358	570.25	570.25	-431.1859	23	2	8.Sismo	Max	327.493	133.102	133.102	914.7878
19	21	ELS Cuasipermanente	Max	-82.035	-553.5	-553.5	534.7588	23	23	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	681.3157
19	20	ELS Cuasipermanente	Min	62.046	570.25	570.25	-486.2947					-			
				-				23	2	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-855.8904
				-								-			
19	21	ELS Cuasipermanente	Min	123.341	-553.5	-553.5	504.0755	23	23	8.Sismo	Min	325.527	-133.102	-133.102	-695.8066
20	21	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	615.8319	23	2	ELU Persistente o Transitoria	Max	446.987	1375.854	1375.854	1368.0391
20	22	8.Sismo	Max	168.292	133.102	133.102	715.2823	23	23	ELU Persistente o Transitoria	Max	-69.624	-684.239	-684.239	-529.2511
				-				23	2	ELU Persistente o Transitoria	Min	114.311	700.989	700.989	640.2426
20	21	8.Sismo	Min	201.704	-133.102	-133.102	-540.7076	23	23	ELU Persistente o Transitoria	Min	-343.09	-1353.24	-1353.24	-1135.463
				-				23	2	ELS Característica	Max	293.989	953.486	953.486	944.622
20	22	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-740.0001	23	23	ELS Característica	Max	-96.211	-679.743	-679.743	-552.4455
20	21	ELU Persistente o Transitoria	Max	240.965	1256.589	1256.589	-410.6916	23	2	ELS Característica	Min	140.898	696.493	696.493	656.0021
20	22	ELU Persistente o Transitoria	Max	-73.493	-530.558	-530.558	1312.7993					-			
20	21	ELU Persistente o Transitoria	Min	57.032	547.308	547.308	-1220.88					-			
				-				23	23	ELS Característica	Min	224.724	-936.736	-936.736	-783.5281
20	22	ELU Persistente o Transitoria	Min	281.346	-1233.98	-1233.98	551.3226	23	2	ELS Cuasipermanente	Max	264.723	687.5	687.5	731.6723
20	21	ELS Característica	Max	154.651	860.576	860.576	-472.505					-			
20	22	ELS Característica	Max	-86.022	-532.622	-532.622	896.8511	23	23	ELS Cuasipermanente	Max	131.983	-670.75	-670.75	-577.0593

23	2	ELS Cuasipermanente	Min	176.67	687.5	687.5	687.5211								260.559
23	23	ELS Cuasipermanente	Min	-197.69	-670.75	-670.75	-584.319					-			
24	23	8.Sismo	Max	325.527	133.102	133.102	695.8066	26	26	8.Sismo	Min	296.046	-133.102	-133.102	-65.1997
24	24	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	506.7409	26	25	ELU Persistente o Transitoria	Max	159.115	1308.017	1308.017	1006.5861
				-				26	26	ELU Persistente o Transitoria	Max	43.268	-633.989	-633.989	-228.0492
24	23	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-681.3157	26	25	ELU Persistente o Transitoria	Min	-9.165	650.739	650.739	275.3211
				-				26	26	ELU Persistente o Transitoria	Min	-79.036	-1285.4	-1285.4	-1003.178
24	24	8.Sismo	Min	319.631	-133.102	-133.102	-479.459	26	25	ELS Característica	Max	102.074	903.236	903.236	654.6278
24	23	ELU Persistente o Transitoria	Max	343.09	1353.242	1353.242	1135.4627	26	26	ELS Característica	Max	16.681	-629.493	-629.493	-351.2582
24	24	ELU Persistente o Transitoria	Max	-28.465	-667.489	-667.489	-372.5914	26	25	ELS Característica	Min	17.422	646.243	646.243	382.9015
24	23	ELU Persistente o Transitoria	Min	69.624	684.239	684.239	529.2511	26	26	ELS Característica	Min	-48.688	-886.486	-886.486	-643.2732
				-				26	25	ELS Cuasipermanente	Max	79.502	637.25	637.25	461.8259
24	24	ELU Persistente o Transitoria	Min	247.133	-1330.63	-1330.63	-1050.438	26	26	ELS Cuasipermanente	Max	-19.092	-620.5	-620.5	-357.871
24	23	ELS Característica	Max	224.724	936.736	936.736	783.5281	26	25	ELS Cuasipermanente	Min	53.194	637.25	637.25	393.705
24	24	ELS Característica	Max	-55.052	-662.993	-662.993	-447.877	26	26	ELS Cuasipermanente	Min	-28.347	-620.5	-620.5	-437.8071
24	23	ELS Característica	Min	96.211	679.743	679.743	552.4455	27	26	8.Sismo	Max	296.046	133.102	133.102	65.1997
				-				27	27	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	127.4446
24	24	ELS Característica	Min	160.753	-919.986	-919.986	-700.9543					-			
24	23	ELS Cuasipermanente	Max	197.69	670.75	670.75	584.319	27	26	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-157.5914
24	24	ELS Cuasipermanente	Max	-90.825	-654	-654	-465.5857					-			
24	23	ELS Cuasipermanente	Min	131.983	670.75	670.75	577.0593	27	27	8.Sismo	Min	278.357	-133.102	-133.102	-16.9833
				-				27	26	ELU Persistente o Transitoria	Max	79.036	1285.404	1285.404	1003.1775
24	24	ELS Cuasipermanente	Min	135.949	-654	-654	-509.8753	27	27	ELU Persistente o Transitoria	Max	88.919	-617.239	-617.239	-221.2671
25	24	8.Sismo	Max	319.631	133.102	133.102	479.459	27	26	ELU Persistente o Transitoria	Min	-43.268	633.989	633.989	228.0492
25	25	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	332.1662	27	27	ELU Persistente o Transitoria	Min	-21.975	-1262.79	-1262.79	-1022.484
				-				27	26	ELS Característica	Max	48.688	886.486	886.486	643.2732
25	24	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-506.7409	27	27	ELS Característica	Max	53.287	-612.743	-612.743	-346.6081
				-				27	26	ELS Característica	Min	-16.681	629.493	629.493	351.2582
25	25	8.Sismo	Min	309.804	-133.102	-133.102	-268.3788	27	27	ELS Característica	Min	-6.628	-869.736	-869.736	-654.2843
25	24	ELU Persistente o Transitoria	Max	247.133	1330.629	1330.629	1050.4375	27	26	ELS Cuasipermanente	Max	28.347	620.5	620.5	437.8071
25	25	ELU Persistente o Transitoria	Max	9.165	-650.739	-650.739	-275.3211	27	27	ELS Cuasipermanente	Max	17.514	-603.75	-603.75	-354.5374
25	24	ELU Persistente o Transitoria	Min	28.465	667.489	667.489	372.5914	27	26	ELS Cuasipermanente	Min	19.092	620.5	620.5	357.871
				-				27	27	ELS Cuasipermanente	Min	11.482	-603.75	-603.75	-435.4549
25	25	ELU Persistente o Transitoria	Min	159.115	-1308.02	-1308.02	-1006.586	28	27	8.Sismo	Max	278.357	133.102	133.102	16.9833
25	24	ELS Característica	Max	160.753	919.986	919.986	700.9543	28	28	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	306.9204
25	25	ELS Característica	Max	-17.422	-646.243	-646.243	-382.9015					-			
25	24	ELS Característica	Min	55.052	662.993	662.993	447.877	28	27	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-127.4446
				-								-			
25	25	ELS Característica	Min	102.074	-903.236	-903.236	-654.6278	28	28	8.Sismo	Min	256.737	-133.102	-133.102	-191.5581
25	24	ELS Cuasipermanente	Max	135.949	654	654	509.8753	28	27	ELU Persistente o Transitoria	Max	21.975	1262.792	1262.792	1022.4838
25	25	ELS Cuasipermanente	Max	-53.194	-637.25	-637.25	-393.705	28	28	ELU Persistente o Transitoria	Max	149.771	-600.489	-600.489	-255.818
25	24	ELS Cuasipermanente	Min	90.825	654	654	465.5857	28	27	ELU Persistente o Transitoria	Min	-88.919	617.239	617.239	221.2671
25	25	ELS Cuasipermanente	Min	-79.502	-637.25	-637.25	-461.8259	28	28	ELU Persistente o Transitoria	Min	8.418	-1240.18	-1240.18	-1069.773
26	25	8.Sismo	Max	309.804	133.102	133.102	268.3788	28	27	ELS Característica	Max	6.628	869.736	869.736	654.2843
26	26	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	157.5914	28	28	ELS Característica	Max	93.855	-595.993	-595.993	-369.5133
26	25	8.Sismo	Min	-	-133.102	-133.102	-332.1662								

28	27	ELS Característica	Min	-53.287	612.743	612.743	346.6081	31	31	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	740.0001
28	28	ELS Característica	Min	22.649	-852.986	-852.986	-690.3851					-			
28	27	ELS Cuasipermanente	Max	-11.482	603.75	603.75	435.4549	31	30	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-615.8319
28	28	ELS Cuasipermanente	Max	58.083	-587	-587	-380.1578					-			
28	27	ELS Cuasipermanente	Min	-17.514	603.75	603.75	354.5374	31	31	8.Sismo	Min	168.292	-133.102	-133.102	-715.2823
28	28	ELS Cuasipermanente	Min	38.528	-587	-587	-452.4054	31	30	ELU Persistente o Transitoria	Max	-57.032	1194.954	1194.954	1224.7256
29	28	8.Sismo	Max	256.737	133.102	133.102	191.5581	31	31	ELU Persistente o Transitoria	Max	284.693	-550.239	-550.239	-576.6943
29	29	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	470.5941					-			
				-				31	30	ELU Persistente o Transitoria	Min	247.658	566.989	566.989	438.2474
29	28	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-306.9204	31	31	ELU Persistente o Transitoria	Min	73.493	-1172.34	-1172.34	-1322.193
				-				31	30	ELS Característica	Max	-69.561	819.486	819.486	818.986
29	29	8.Sismo	Min	231.186	-133.102	-133.102	-366.1328	31	31	ELS Característica	Max	183.803	-545.743	-545.743	-583.0448
29	28	ELU Persistente o Transitoria	Max	-8.418	1240.179	1240.179	1069.7734					-			
29	29	ELU Persistente o Transitoria	Max	202.685	-583.739	-583.739	-329.5155	31	30	ELS Característica	Min	159.113	562.493	562.493	490.8756
				-				31	31	ELS Característica	Min	86.022	-802.736	-802.736	-903.1132
29	28	ELU Persistente o Transitoria	Min	149.771	600.489	600.489	255.818	31	30	ELS Cuasipermanente	Max	-82.035	553.5	553.5	534.7588
29	29	ELU Persistente o Transitoria	Min	35.282	-1217.57	-1217.57	-1139.47	31	31	ELS Cuasipermanente	Max	148.03	-536.75	-536.75	-595.2802
29	28	ELS Característica	Max	-22.649	852.986	852.986	690.3851					-			
29	29	ELS Característica	Max	129.131	-579.243	-579.243	-418.5163	31	30	ELS Cuasipermanente	Min	123.341	553.5	553.5	504.0755
29	28	ELS Característica	Min	-93.855	595.993	595.993	369.5133	31	31	ELS Cuasipermanente	Min	98.497	-536.75	-536.75	-595.434
29	29	ELS Característica	Min	48.398	-836.236	-836.236	-747.0698	32	31	8.Sismo	Max	168.292	133.102	133.102	715.2823
29	28	ELS Cuasipermanente	Max	-38.528	587	587	452.4054	32	3	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	840.465
29	29	ELS Cuasipermanente	Max	93.358	-570.25	-570.25	-431.1859					-			
29	28	ELS Cuasipermanente	Min	-58.083	587	587	380.1578	32	31	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-740.0001
29	29	ELS Cuasipermanente	Min	62.046	-570.25	-570.25	-486.2947					-			
30	29	8.Sismo	Max	231.186	133.102	133.102	366.1328	32	3	8.Sismo	Min	130.948	-133.102	-133.102	-889.8571
30	30	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	615.8319	32	31	ELU Persistente o Transitoria	Max	-73.493	1172.342	1172.342	1322.1925
				-				32	3	ELU Persistente o Transitoria	Max	313.787	-533.489	-533.489	-651.2921
30	29	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-470.5941					-			
				-				32	31	ELU Persistente o Transitoria	Min	284.693	550.239	550.239	576.6943
30	30	8.Sismo	Min	201.704	-133.102	-133.102	-540.7076	32	3	ELU Persistente o Transitoria	Min	86.426	-1149.73	-1149.73	-1517.751
30	29	ELU Persistente o Transitoria	Max	-35.282	1217.567	1217.567	1139.4696	32	31	ELS Característica	Max	-86.022	802.736	802.736	903.1132
30	30	ELU Persistente o Transitoria	Max	247.658	-566.989	-566.989	-438.2474	32	3	ELS Característica	Max	203.199	-528.993	-528.993	-656.1801
				-								-			
30	29	ELU Persistente o Transitoria	Min	202.685	583.739	583.739	329.5155	32	31	ELS Característica	Min	183.803	545.743	545.743	583.0448
30	30	ELU Persistente o Transitoria	Min	57.032	-1194.95	-1194.95	-1224.726	32	3	ELS Característica	Min	98.955	-785.986	-785.986	-1032.385
30	29	ELS Característica	Max	-48.398	836.236	836.236	747.0698	32	31	ELS Cuasipermanente	Max	-98.497	536.75	536.75	595.434
30	30	ELS Característica	Max	159.113	-562.493	-562.493	-490.8756	32	3	ELS Cuasipermanente	Max	167.427	-520	-520	-665.9562
				-				32	31	ELS Cuasipermanente	Min	-148.03	536.75	536.75	595.2802
30	29	ELS Característica	Min	129.131	579.243	579.243	418.5163	32	3	ELS Cuasipermanente	Min	111.43	-520	-520	-701.2537
30	30	ELS Característica	Min	69.561	-819.486	-819.486	-818.986	35	4	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	840.465
30	29	ELS Cuasipermanente	Max	-62.046	570.25	570.25	486.2947	35	32	8.Sismo	Max	0	133.102	133.102	716.8249
30	30	ELS Cuasipermanente	Max	123.341	-553.5	-553.5	-504.0755	35	4	8.Sismo	Min	0	-133.102	-133.102	-889.8571
30	29	ELS Cuasipermanente	Min	-93.358	570.25	570.25	431.1859					-			
30	30	ELS Cuasipermanente	Min	82.035	-553.5	-553.5	-534.7588	35	32	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-667.4328
31	30	8.Sismo	Max	201.704	133.102	133.102	540.7076	35	4	ELU Persistente o Transitoria	Max	313.787	1211.364	1211.364	-630.3469

35	32	ELU Persistente o Transitoria	Max	-86.426	-399.722	-399.722	310.1119	37	33	ELS Característica	Min	98.955	281.908	281.908	369.5694
35	4	ELU Persistente o Transitoria	Min	86.426	513.808	513.808	-1502.81					-			
				-				37	34	ELS Característica	Min	203.199	-386.953	-386.953	-1253.35
35	32	ELU Persistente o Transitoria	Min	313.787	-995.584	-995.584	-207.2546	37	33	ELS Cuasipermanente	Max	167.427	312	312	415.6438
35	4	ELS Característica	Max	203.199	827.076	827.076	-642.2166	37	34	ELS Cuasipermanente	Max	-111.43	-208	-208	-718.3463
35	32	ELS Característica	Max	-98.955	-405.148	-405.148	199.1947	37	33	ELS Cuasipermanente	Min	111.43	312	312	380.3463
35	4	ELS Característica	Min	98.955	515.872	515.872	-1022.425					-			
				-				37	34	ELS Cuasipermanente	Min	167.427	-208	-208	-753.6438
35	32	ELS Característica	Min	203.199	-679.323	-679.323	-113.7018	38	34	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	321.3684
35	4	ELS Cuasipermanente	Max	167.427	520	520	-665.9562	38	35	8.Sismo	Max	0	133.102	133.102	197.7282
35	32	ELS Cuasipermanente	Max	-111.43	-416	-416	92.8537	38	34	8.Sismo	Min	0	-133.102	-133.102	-370.7604
35	4	ELS Cuasipermanente	Min	111.43	520	520	-701.2537					-			
				-				38	35	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-148.3362
35	32	ELS Cuasipermanente	Min	167.427	-416	-416	57.5562	38	34	ELU Persistente o Transitoria	Max	313.787	568.73	568.73	1866.2979
36	32	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	667.4328	38	35	ELU Persistente o Transitoria	Max	-86.426	27.267	27.267	-862.5932
36	33	8.Sismo	Max	0	133.102	133.102	543.7926	38	34	ELU Persistente o Transitoria	Min	86.426	123.135	123.135	654.5136
36	32	8.Sismo	Min	0	-133.102	-133.102	-716.8249					-			
				-				38	35	ELU Persistente o Transitoria	Min	313.787	-359.624	-359.624	-2261.979
36	33	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-494.4006	38	34	ELS Característica	Max	203.199	386.953	386.953	1253.3504
36	32	ELU Persistente o Transitoria	Max	313.787	995.584	995.584	207.2546	38	35	ELS Característica	Max	-98.955	-16.488	-16.488	-917.4089
36	33	ELU Persistente o Transitoria	Max	-86.426	-266.861	-266.861	-311.2339	38	34	ELS Característica	Min	98.955	151.423	151.423	711.0891
36	32	ELU Persistente o Transitoria	Min	86.426	399.722	399.722	-310.1119					-			
				-				38	35	ELS Característica	Min	203.199	-243.65	-243.65	-1524.743
36	33	ELU Persistente o Transitoria	Min	313.787	-781.025	-781.025	-1178.334	38	34	ELS Cuasipermanente	Max	167.427	208	208	753.6438
36	32	ELS Característica	Max	203.199	679.323	679.323	113.7018	38	35	ELS Cuasipermanente	Max	-111.43	-104	-104	-921.1463
36	33	ELS Característica	Max	-98.955	-281.908	-281.908	-369.5694	38	34	ELS Cuasipermanente	Min	111.43	208	208	718.3463
36	32	ELS Característica	Min	98.955	405.148	405.148	-199.1947					-			
				-				38	35	ELS Cuasipermanente	Min	167.427	-104	-104	-956.4438
36	33	ELS Característica	Min	203.199	-532.384	-532.384	-782.0325	39	35	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	148.3362
36	32	ELS Cuasipermanente	Max	167.427	416	416	-57.5562	39	36	8.Sismo	Max	0	133.102	133.102	24.696
36	33	ELS Cuasipermanente	Max	-111.43	-312	-312	-380.3463	39	35	8.Sismo	Min	0	-133.102	-133.102	-197.7282
36	32	ELS Cuasipermanente	Min	111.43	416	416	-92.8537					-			
				-				39	36	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	0
36	33	ELS Cuasipermanente	Min	167.427	-312	-312	-415.6438	39	35	ELU Persistente o Transitoria	Max	313.787	359.624	359.624	2261.9789
37	33	8.Sismo	Max	260.559	133.102	133.102	494.4006	39	36	ELU Persistente o Transitoria	Max	-86.426	177.466	177.466	-931.1584
37	34	8.Sismo	Max	0	133.102	133.102	370.7604	39	35	ELU Persistente o Transitoria	Min	86.426	-27.267	-27.267	862.5932
37	33	8.Sismo	Min	0	-133.102	-133.102	-543.7926					-			
				-				39	36	ELU Persistente o Transitoria	Min	313.787	-154.523	-154.523	-2374.089
37	34	8.Sismo	Min	260.559	-133.102	-133.102	-321.3684	39	35	ELS Característica	Max	203.199	243.65	243.65	1524.7428
37	33	ELU Persistente o Transitoria	Max	313.787	781.025	781.025	1178.3335	39	36	ELS Característica	Max	-98.955	118.311	118.311	-985.6524
37	34	ELU Persistente o Transitoria	Max	-86.426	-123.135	-123.135	-654.5136	39	35	ELS Característica	Min	98.955	16.488	16.488	917.4089
37	33	ELU Persistente o Transitoria	Min	86.426	266.861	266.861	311.2339					-			
				-				39	36	ELS Característica	Min	203.199	-103.016	-103.016	-1602.018
37	34	ELU Persistente o Transitoria	Min	313.787	-568.73	-568.73	-1866.298	39	35	ELS Cuasipermanente	Max	167.427	104	104	956.4438
37	33	ELS Característica	Max	203.199	532.384	532.384	782.0325	39	36	ELS Cuasipermanente	Max	-111.43	1.83E-11	1.83E-11	-988.7463
37	34	ELS Característica	Max	-98.955	-151.423	-151.423	-711.0891	39	35	ELS Cuasipermanente	Min	111.43	104	104	921.1463

Página 51 de 52

44	40	ELS Característica	Max	203.199	-410.429	-410.429	62.2475
44	3	ELS Característica	Max	-98.955	785.986	785.986	1032.385
44	40	ELS Característica	Min	98.955	-646.731	-646.731	-218.6167
				-			
44	3	ELS Característica	Min	203.199	528.993	528.993	656.1801
44	40	ELS Cuasipermanente	Max	167.427	-416	-416	-57.5562
44	3	ELS Cuasipermanente	Max	-111.43	520	520	701.2537
44	40	ELS Cuasipermanente	Min	111.43	-416	-416	-92.8537
				-			
44	3	ELS Cuasipermanente	Min	167.427	520	520	665.9562