

## **ANEJO 1: TABLAS DIMENSIONAMIENTO**

---

## TABLAS DIMENSIONAMIENTO

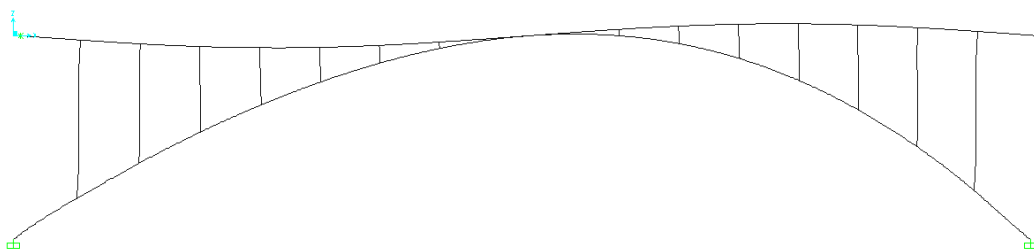
A continuación se expondrán las tablas con los resultados obtenidos en del dimensionamiento; donde se ha observado si la sección predimensionada cumple con la hipótesis más desfavorable, considerando las cargas que se han descrito y que son las siguientes:

- Peso Propio
- Carga Permanente
- Sobrecarga de Uso (se describirá en qué caso es más desfavorable). Dinámica para comprobar servicio y estática en criterio resistente.
- Viento (longitudinal, vertical y horizontal).
- Temperatura (máxima de expansión, mínima de contracción).

### A.1 Pasarela en arco

#### A.1.1 Colocación sobrecarga en criterios de servicios

Observamos que, para el modo de vibración 3 que nos calcula el SAP2000, se produce el máximo desplazamiento vertical; donde pueden observarse que el punto con mayor desplazamiento y más acelerado es el situado aproximadamente a  $L_{tot}/4$  y  $3L_{tot}/4$ :



**FIGURA A1.1.:** Modo de vibración 4, donde se producen los máximos desplazamientos verticales.

Consecuentemente, colocaremos una carga positiva en una parte simétrica y otra negativa en la otra parte.

#### A.1.2 Colocación sobrecarga en criterios resistentes

Hemos planteado 3 hipótesis de sobrecarga de uso:

- Cargar toda la pasarela peatonal.
- Cargar la mitad de la pasarela, únicamente en uno de sus lados simétricos.
- Cargar los vanos pares o impares; obteniendo una carga total idéntica a la carga de un único vano.

A continuación se describen los esfuerzos máximos considerando una carga estática:

	$N_{max}$ (kN)	$V_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)
<b>Vanos Pares</b>	310.53	335.39	1102.24
<b>Todo cargado</b>	411.95	384.32	1422.86
<b>Un lado simétrico</b>	366.09	389.65	1919.5

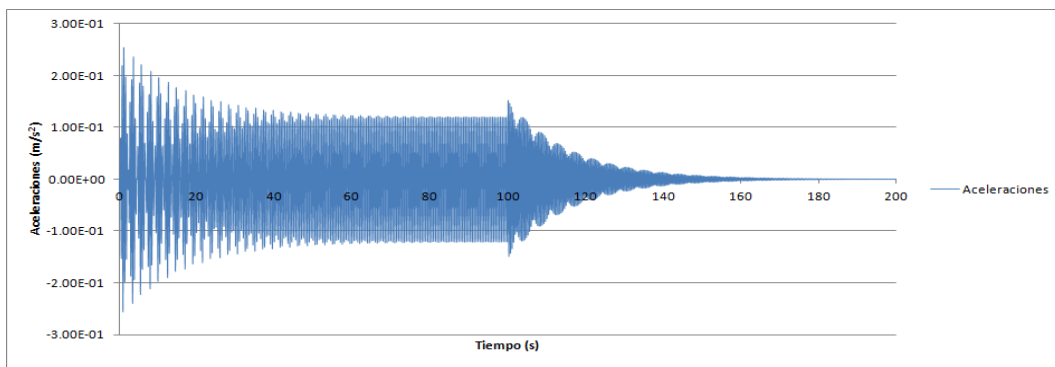
**TABLA A1.1.:** Esfuerzos máximos obtenida para cada una de las hipótesis de carga

Como la luz máxima es muy pequeña (5.88 m), el tablero en su conjunto actúa como si fuese una única viga continua muy rígida con un único apoyo central, donde coincide con el arco. En cambio si lo consideramos como una viga continua con diversos apoyos (donde la hipótesis más desfavorable es cargando los vanos pares o impares) se obtienen una flecha mucho menor, también como consecuencia de que el efecto del axil en la flecha es mucho menor. Por este motivo obtenemos que tanto la flecha máxima como los esfuerzos máximos, se obtienen cargando únicamente uno de sus lados simétricos; donde además contribuye el axil aplicado (el 10% de la s.c.u total).

### A.1.3 Arco rígido y tablero poco rígido

- ELV

Las aceleraciones obtenidas en el punto de máximo desplazamiento (unos L/4) son las siguientes:



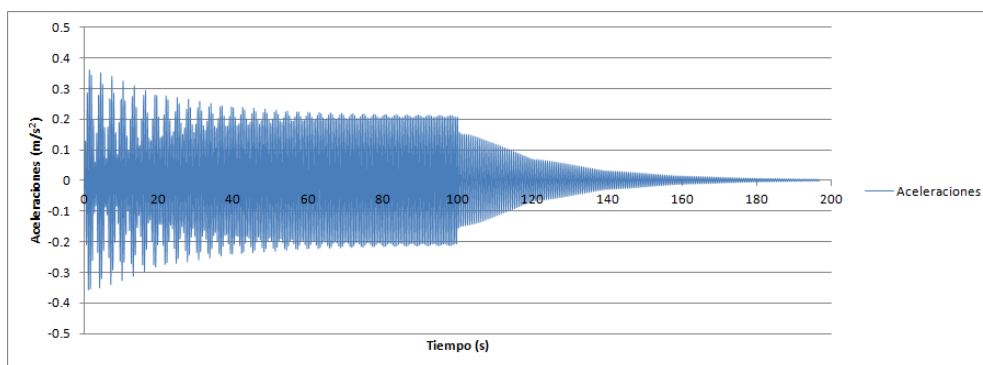
**FIGURA A1.2.:** Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{tot}/4$  con las secciones predimensionadas.

La máxima aceleración absoluta que obtenemos es de  $0.256 \text{ m/s}^2$ , por lo que estamos en el máximo grado de confort posible.

Esto nos hace ver que nuestra pasarela está sobredimensionada, y teniendo en cuenta nuestro objetivo, deberíamos ajustarla lo máximo posible.

Como en esta alternativa nos interesa tener el arco lo más rígido posible, modificaremos el tablero disminuyendo su rigidez.

De hecho, disminuyendo el espesor de chapa a mínimos admisibles (10 mm) todavía nos hallamos en valores confortables, en una aceleración máxima de  $0.359 \text{ m/s}^2$ :



**FIGURA A1.3.:** Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{tot}/4$  con las sección del tablero iterada.

Por tanto, la consideramos como sección obtenida del cálculo del ELV, la cual aunque se trate de clase 4, puede ser admisible si los resultados del ELU así lo indican.

Los atributos de esta sección del tablero:

Sección ortótropa en cajón	
Atributo	Valor
Área (m <sup>2</sup> )	0.090
Área cortante (m <sup>2</sup> )	0.025
$v_{inf}$ (m)	0.583
$v_{sup}$ (m)	0.408
$I_x$ (m <sup>4</sup> )	0.135
$W_{e,z,+}$ (m <sup>3</sup> )	0.331
$W_{e,z,-}$ (m <sup>3</sup> )	0.232
$I_y$ (m <sup>4</sup> )	0.125
$W_{e,y}$ (m <sup>3</sup> )	0.063
Peso Propio (kN/m)	7.065

TABLA A1.2.: Atributos sección re-dimensionada del arco mixto

- ELU
  - Arco

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el arco mixto:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	6782.89	382.12	677.91	-1312.99
ELU_Caso2	6607.51	285.30	669.63	-1133.02
ELU_Caso3	5649.96	402.87	1024.14	-1814.65
ELU_Caso4	5474.58	306.05	1204.11	-1634.68
ELU_Caso5	9799.50	379.29	658.08	-803.01
ELU_Caso6	9624.13	282.47	496.32	-707.78
ELU_Caso7	6207.64	482.08	1699.71	-2475.21
ELU_Caso8	6032.27	419.31	1879.69	-2295.24
ELU_Caso9	6203.57	312.76	734.92	-842.71
ELU_Caso10	5911.29	162.06	293.66	-559.77
ELU_Caso11	5108.40	333.50	762.17	-1344.37
ELU_Caso12	4816.11	219.11	712.83	-1044.42
	<b>9799.50</b>	<b>482.08</b>	<b>1879.69</b>	<b>-2475.21</b>

TABLA A1.3.: Comprobación del estado límite último en el arco rígido (y tablero poco rígido).

Por lo que observamos que cumple la comprobación:

<b>Clase sección</b>	Clase 1
----------------------	---------

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	9799.50	96793.63	10.12%
<b>Cortante (kN)</b>	482.08	92650.94	0.52%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	1879.69	12191.49	15.42%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-2475.21	-12191.49	20.30%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.01	0.50	1.04%
<b>Axil + momento positivo clase 1,2</b>	1879.69	11943.08	15.74%
<b>Axil + momento negativo clase 1,2</b>	-2475.21	-11943.08	20.73%
<b>Pandeo (kN)</b>	9799.50	91727.77	10.68%

TABLA A1.4.: Comprobación del estado límite último en el arco mixto.

- Tablero

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el tablero poco rígido:

	<b>Axil (kN)</b>	<b>Cortante (kN)</b>	<b>M<sub>z,+</sub> (kNm)</b>	<b>M<sub>z,-</sub> (kNm)</b>
<b>ELU_Caso1</b>	3527.88	581.37	4190.31	-3834.63
<b>ELU_Caso2</b>	2025.02	534.43	5597.36	-2271.77
<b>ELU_Caso3</b>	2949.81	664.69	5891.35	-5771.84
<b>ELU_Caso4</b>	1446.95	617.75	7221.83	-4329.45
<b>ELU_Caso5</b>	4641.54	529.22	2401.31	-1619.14
<b>ELU_Caso6</b>	3138.68	490.02	3772.51	0.00
<b>ELU_Caso7</b>	2714.64	806.96	8054.35	-7992.34
<b>ELU_Caso8</b>	1211.79	760.02	9390.91	-6655.85
<b>ELU_Caso9</b>	3873.54	386.77	1427.18	-2662.26
<b>ELU_Caso10</b>	1368.78	396.55	3616.68	0.00
<b>ELU_Caso11</b>	3295.47	470.09	3093.49	-4193.03
<b>ELU_Caso12</b>	790.71	437.51	5241.41	-1719.56
	<b>4641.54</b>	<b>806.96</b>	<b>9390.91</b>	<b>-7992.34</b>

TABLA A1.5.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en el tablero poco rígido.

Por lo que observamos que cumple la comprobación:

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	4641.54	29045.45	15.98%
<b>Cortante (kN)</b>	806.96	5701.60	14.15%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	9390.91	106961.68	8.78%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-7992.34	-74827.27	10.68%
<b>Axil + Mom clase 3</b>	0.27	1.00	26.66%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.14	0.50	28.31%
<b>Pandeo (kN)</b>	4641.54	30549.15	15.19%

TABLA A1.6.: Comprobación del estado límite último en el tablero poco rígido.

Al ser clase 4, debemos calcular la sección reducida. Siguiendo las indicaciones de la EAE, observamos que la altura de sección que no debemos considerar es aproximadamente un 30% del alto total. La reducción de inercia vertical y de área es prácticamente nula, ya que la inercia que supone las chapas laterales es pequeña en comparación con las chapas superior e inferior, por lo que viendo el pequeño aprovechamiento que tiene la sección total bajo el ELU, queda garantizada la resistencia de la sección.

- Pilas Verticales

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el tablero poco rígido:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	M <sub>z,+</sub> (kNm)	M <sub>z,-</sub> (kNm)
ELU_Caso1	704.42	1866.19	414.07	-376.87
ELU_Caso2	478.99	1024.10	240.61	-219.93
ELU_Caso3	627.58	1676.04	353.57	-321.75
ELU_Caso4	402.16	833.95	180.11	-175.90
ELU_Caso5	832.03	2355.43	558.04	-508.88
ELU_Caso6	636.54	1513.34	384.59	-350.96
ELU_Caso7	575.91	1721.59	356.37	-325.15
ELU_Caso8	450.10	879.50	208.82	-167.23
ELU_Caso9	623.92	2028.93	458.68	-417.97
ELU_Caso10	334.26	625.46	169.59	-154.78
ELU_Caso11	547.08	1838.78	398.18	-362.85
ELU_Caso12	293.58	435.31	109.09	-110.41
	<b>832.03</b>	<b>2355.43</b>	<b>558.04</b>	<b>-508.88</b>

TABLA A1.7.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en las pilas verticales

Observamos que para la sección predimensionada no cumple:

<b>Clase sección</b>	Clase 1
----------------------	---------

	Cálculo	Resistente	Aprovechamiento de la sección
<b>Axil (kN)</b>	832.03	6970.41	11.94%
<b>Cortante (kN)</b>	2355.43	14253.99	16.52%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	558.04	442.91	125.99%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-508.88	-442.91	114.89%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.17	0.50	33.05%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	558.04	430.97	129.48%
<b>Pandeo (kN)</b>	832.03	5222.53	15.93%

TABLA A1.8.: Comprobación del estado límite último en las pilas verticales.

Aumentando el diámetro exterior de las pilas hasta los 0.4 m, observamos que cumple:

<b>Clase sección</b>	Clase 1
----------------------	---------

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	832.03	9505.10	8.75%
<b>Cortante (kN)</b>	2355.43	14253.99	16.52%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	558.04	839.12	66.50%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-508.88	-839.12	60.64%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.17	0.50	33.05%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	558.04	825.77	67.58%
<b>Pandeo (kN)</b>	832.03	8145.81	10.21%

TABLA A1.9.: Comprobación del estado límite último en las pilas verticales.

Los atributos de esta nueva sección son los siguientes:

<b>Sección pila ortótropa</b>	
<b>Atributo</b>	<b>Valor</b>
Área (m <sup>2</sup> )	0.029
Área cortante (m <sup>2</sup> )	0.015
$v$ (m)	0.200
$I_x$ (m <sup>4</sup> )	0.001
$W_x$ (m <sup>3</sup> )	0.003
Peso Propio (kN/m)	2.312

TABLA A1.10.: Atributos sección re-dimensionada de las pilas verticales de la pasarela en arco

#### A.1.4 Arco poco rígido y tablero rígido

Homológamente realizaremos los cálculos para este caso.

- ELV

Tomando las secciones predimensionadas para esta alternativa, obtenemos las siguientes aceleraciones en el punto más crítico:

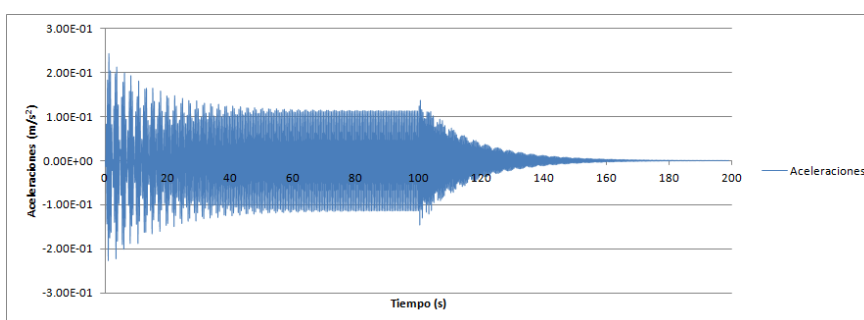


FIGURA A1.4.: Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{tot}/4$  con las secciones predimensionadas.

Siendo la máxima aceleración 0.238 m/s<sup>2</sup>, valor ligeramente superior al que en primer lugar nos daba si consideráramos un arco mixto y un tablero poco rígido.

De nuevo, disminuirémos la rigidez de uno de los elementos para obtener mayores aceleraciones y así trabajar en una escala confortable observando nuestros objetivos. Para este caso, procuraremos disminuir la rigidez del arco.

Si lo hacemos, observamos que prácticamente la aceleración no varía y nos hallamos siempre en valores inferiores a 0.4 m/s<sup>2</sup> si la disminuimos hasta el tamaño de las pilas verticales.

Finalmente, consideraremos la siguiente sección del arco hueco poco rígido:

Sección arco ortótropo	
Atributo	Valor
Área (m <sup>2</sup> )	0.023
Área cortante (m <sup>2</sup> )	0.011
$v$ (m)	0.250
$I_x$ (m <sup>4</sup> )	0.001
$W_x$ (m <sup>3</sup> )	0.003
Peso Propio (kN/m)	1.794

TABLA A1.11.: Atributos sección re-dimensionada de las pilas verticales de la pasarela en arco

Donde obtenemos las siguientes aceleraciones en el punto más desfavorable:

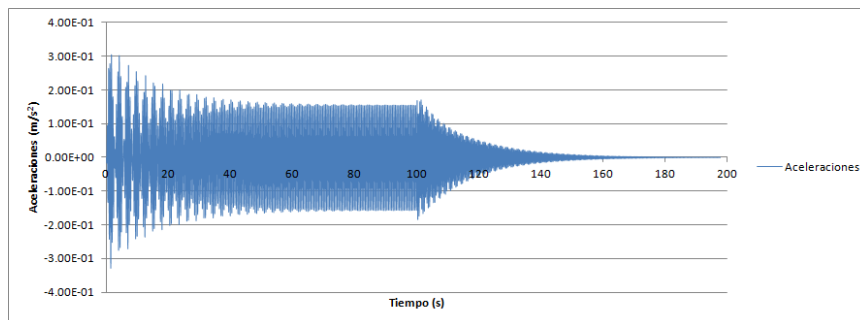


FIGURA A1.5.: Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{tot}/4$  con las secciones predimensionadas.

Siendo la aceleración máxima  $0.323 \text{ m/s}^2$ , valor de máximo confort.

- ELU

Comprobamos que cumple en cada caso el estado límite último:

- Tablero

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el tablero rígido:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	2484.85	492.81	5239.97	-3885.61
ELU_Caso2	2249.82	724.87	9810.28	-509.37
ELU_Caso3	1447.66	579.69	6024.20	-7496.57
ELU_Caso4	1212.63	784.20	10314.05	-3583.68
ELU_Caso5	4442.65	587.58	5688.82	0.00
ELU_Caso6	4207.62	765.37	11129.11	0.00
ELU_Caso7	1005.19	862.63	8138.32	-10711.54
ELU_Caso8	769.90	963.13	12204.69	-6772.26
ELU_Caso9	2119.75	316.31	571.96	-3727.26
ELU_Caso10	1728.04	530.12	8195.97	0.00
ELU_Caso11	1084.31	513.75	1564.58	-7209.03
ELU_Caso12	692.16	589.45	8343.44	-863.55
<b>Máximos</b>	<b>4442.65</b>	<b>963.13</b>	<b>12204.69</b>	<b>-10711.54</b>

TABLA A1.12.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último del tablero rígido



Por lo que observamos que cumple la comprobación:

<b>Tipo clase sección en momento positivo</b>	Clase 3
<b>Tipo clase sección en momento negativo</b>	Clase 3

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	4442.65	92655.00	4.79%
<b>Cortante (kN)</b>	963.13	5701.60	16.89%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	12204.69	411228.87	2.97%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-10711.54	-168861.62	6.34%
<b>Axil + Mom clase 3</b>	0.11	1.00	11.14%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.17	0.50	33.78%
<b>Pandeo (kN)</b>	4442.65	97242.32	4.57%

TABLA A1.13.: Comprobación del estado límite último en el tablero rígido.

- o Arco

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el arco poco rígido:

	<b>Axil (kN)</b>	<b>Cortante (kN)</b>	<b>M<sub>z+</sub> (kNm)</b>	<b>M<sub>z-</sub> (kNm)</b>
<b>ELU_Caso1</b>	3501.42	123.92	223.83	-129.29
<b>ELU_Caso2</b>	3134.06	111.76	223.97	-131.53
<b>ELU_Caso3</b>	2598.90	84.22	146.77	-136.51
<b>ELU_Caso4</b>	2231.38	73.85	155.24	-128.04
<b>ELU_Caso5</b>	6281.15	220.87	415.50	-178.46
<b>ELU_Caso6</b>	5913.75	210.82	407.82	-201.30
<b>ELU_Caso7</b>	3273.87	110.78	255.45	-251.21
<b>ELU_Caso8</b>	2906.35	117.50	263.92	-242.74
<b>ELU_Caso9</b>	3016.12	105.80	215.06	-85.19
<b>ELU_Caso10</b>	2403.81	87.52	179.63	-104.06
<b>ELU_Caso11</b>	2113.86	66.10	158.79	-98.36
<b>ELU_Caso12</b>	1501.32	59.80	109.52	-84.25
<b>Máximos</b>	<b>6281.15</b>	<b>220.87</b>	<b>415.50</b>	<b>-251.21</b>

TABLA A1.14.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último del arco poco rígido

Donde observamos que no cumple las condiciones:

<b>Clase sección</b>	Clase 2
----------------------	---------

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	6281.15	7375.96	85.16%
<b>Cortante (kN)</b>	220.87	8552.39	2.58%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	415.50	868.33	47.85%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-251.21	-868.33	28.93%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.03	0.50	5.17%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	415.50	207.55	200.19%
<b>Pandeo (kN)</b>	6281.15	6731.96	93.30%

TABLA A1.15.: Comprobación del estado límite último en el arco poco rígido.

Debemos aumentar 10 cm su diámetro exterior (no su espesor) para que finalmente obtengamos que cumpla:

<b>Clase sección</b>	Clase 2
----------------------	---------

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	6281.15	8896.78	70.60%
<b>Cortante (kN)</b>	220.87	8552.39	2.58%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	415.50	1269.46	32.73%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-251.21	-1269.46	19.79%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.03	0.50	5.17%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	415.50	567.05	73.27%
<b>Pandeo (kN)</b>	6281.15	8382.13	74.93%

TABLA A1.16.: Comprobación del estado límite último en el arco poco rígido.

Por lo que finalmente obtenemos el siguiente arco:

<b>Sección arco ortótropo</b>	
<b>Atributo</b>	<b>Valor</b>
Área (m <sup>2</sup> )	0.028
Área cortante (m <sup>2</sup> )	0.014
$v$ (m)	0.300
$I_x$ (m <sup>4</sup> )	0.001
$W_x$ (m <sup>3</sup> )	0.004
Peso Propio (kN/m)	2.164

TABLA A1.17.: Atributos sección re-dimensionada de las pilas verticales de la pasarela en arco

- Pilas verticales

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en las pilas verticales:

	<b>Axil (kN)</b>	<b>Cortante (kN)</b>	<b>M<sub>z+</sub> (kNm)</b>	<b>M<sub>z-</sub> (kNm)</b>
<b>ELU_Caso1</b>	337.21	1071.48	405.41	-300.30
<b>ELU_Caso2</b>	301.36	983.32	370.87	-299.23
<b>ELU_Caso3</b>	226.34	687.65	259.89	-167.91
<b>ELU_Caso4</b>	204.82	599.49	225.35	-161.70
<b>ELU_Caso5</b>	598.96	1926.86	727.54	-552.09
<b>ELU_Caso6</b>	563.11	1838.69	693.00	-551.01
<b>ELU_Caso7</b>	318.42	647.44	242.47	-159.17
<b>ELU_Caso8</b>	311.92	559.27	207.93	-144.95
<b>ELU_Caso9</b>	289.09	908.75	344.17	-242.95
<b>ELU_Caso10</b>	229.34	761.81	286.60	-241.15
<b>ELU_Caso11</b>	204.27	535.39	198.65	-127.80
<b>ELU_Caso12</b>	153.62	377.99	141.08	-114.15
<b>Máximos</b>	<b>598.96</b>	<b>1926.86</b>	<b>727.54</b>	<b>-552.09</b>

TABLA A1.18.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último de las pilas verticales.

Observamos que no cumple la comprobación:

<b>Clase sección</b>	Clase 1
----------------------	---------

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	598.96	6970.41	8.59%
<b>Cortante (kN)</b>	1926.86	14253.99	13.52%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	727.54	442.91	164.26%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-552.09	-442.91	124.65%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.14	0.50	27.04%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	727.54	436.08	166.84%
<b>Pandeo (kN)</b>	598.96	1466.26	40.85%

TABLA A1.19.: Comprobación del estado límite último en las pilas verticales.

Para este caso, también debemos aumentar su diámetro exterior (no espesor) 10 cm. Por lo que observamos que sí cumple:

<b>Clase sección</b>	Clase 1
----------------------	---------

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>
<b>Axil (kN)</b>	598.96	9505.10	6.30%
<b>Cortante (kN)</b>	1926.86	14253.99	13.52%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	727.54	839.12	86.70%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-552.09	-839.12	65.79%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.14	0.50	27.04%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	727.54	831.49	87.50%
<b>Pandeo (kN)</b>	598.96	3368.05	17.78%

TABLA A1.20.: Comprobación del estado límite último en las pilas verticales.

Obtenemos consecuentemente la siguiente sección para las pilas verticales:

<b>Sección pilas verticales ortótropas</b>	
<b>Atributo</b>	<b>Valor</b>
Área (m <sup>2</sup> )	0.029
Área cortante (m <sup>2</sup> )	0.015
$v$ (m)	0.200
$I_x$ (m <sup>4</sup> )	0.001
$W_x$ (m <sup>3</sup> )	0.003
Peso Propio (kN/m)	2.312

TABLA A1.21.: Atributos sección re-dimensionada de las pilas verticales de la pasarela en arco

#### A.1.5 Arco y tablero de rigidez similar

- ELV

Considerando el tablero más poco rígido que hemos dimensionado y el arco menos rígido, obtenemos las siguientes aceleraciones en el punto más desfavorable:

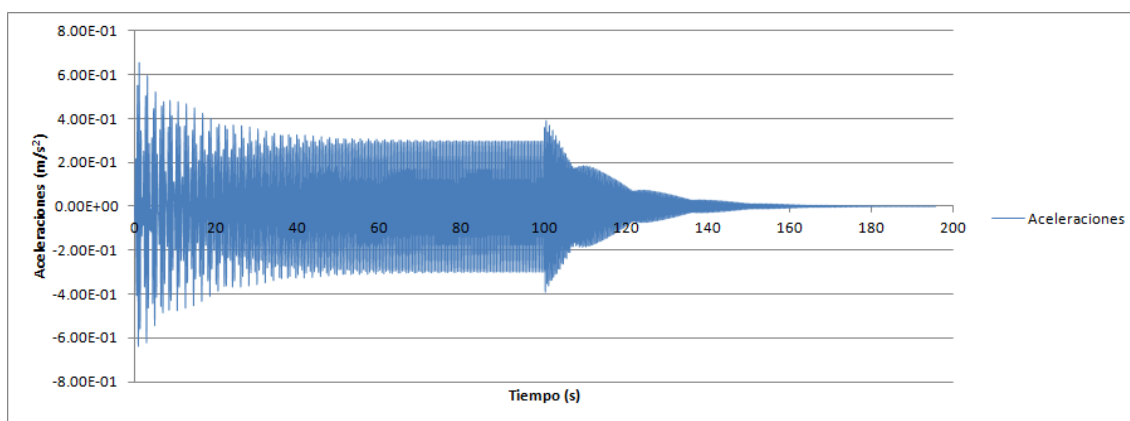


FIGURA A1.6.: Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{tot}/4$ .

Como era de esperar, obtenemos la máxima aceleración de todas las alternativas obtenidas hasta ahora, es decir,  $0.65 \text{ m/s}^2$ . Valor entre el rango medio y de máximo comfort.

- ELU
  - Tablero

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el tablero:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	2134.95	485.91	4115.57	-4187.53
ELU_Caso2	2058.93	529.23	5965.59	-2466.99
ELU_Caso3	1215.26	514.24	5721.56	-6645.30
ELU_Caso4	1158.15	612.46	7434.80	-4923.56
ELU_Caso5	3873.37	596.37	2711.32	-1249.32
ELU_Caso6	3797.35	613.54	5035.46	0.00
ELU_Caso7	856.19	738.56	8007.15	-9306.52
ELU_Caso8	914.72	780.68	9728.77	-7584.78
ELU_Caso9	1756.43	297.01	905.75	-2866.84
ELU_Caso10	1629.74	349.97	3894.86	-48.35
ELU_Caso11	836.74	403.62	2483.84	-5054.40
ELU_Caso12	757.87	433.20	5312.67	-2254.95
<b>Máximos</b>	<b>3873.37</b>	<b>780.68</b>	<b>9728.77</b>	<b>-9306.52</b>

TABLA A1.22.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último del tablero.

Por lo que observamos que cumple la comprobación:

	Cálculo	Resistente	Aprovechamiento de la sección
<b>Axil (kN)</b>	3873.37	29045.45	13.34%
<b>Cortante (kN)</b>	780.68	5701.60	13.69%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	9728.77	106961.68	9.10%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-9306.52	-74827.27	12.44%
<b>Axil + Mom clase 3</b>	0.26	1.00	25.77%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.14	0.50	27.38%
<b>Pandeo (kN)</b>	3873.37	30549.15	12.68%

TABLA A1.23.: Comprobación resistente tablero rígido.

- Arco

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el arco :

	Axil (kN)	Cortante (kN)	M <sub>z,+</sub> (kNm)	M <sub>z,-</sub> (kNm)
ELU_Caso1	3523.43	169.12	353.32	-313.28
ELU_Caso2	3348.85	143.33	320.75	-302.16
ELU_Caso3	2529.54	132.75	433.11	-480.20
ELU_Caso4	2354.35	133.35	450.69	-462.63
ELU_Caso5	6464.27	244.94	498.04	-280.47
ELU_Caso6	6289.36	245.11	525.55	-296.46
ELU_Caso7	3154.34	183.01	687.03	-724.10
ELU_Caso8	2979.15	200.93	704.60	-706.53
ELU_Caso9	2950.71	129.91	316.69	-151.15
ELU_Caso10	2659.41	107.33	253.16	-177.79
ELU_Caso11	1957.65	93.54	263.75	-315.49
ELU_Caso12	1665.66	97.70	293.04	-286.20
<b>Máximos</b>	<b>6464.27</b>	<b>245.11</b>	<b>525.55</b>	<b>-480.20</b>

TABLA A1.24.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último del arco

Por lo que observamos que cumple la comprobación:

<b>Clase sección</b>	Clase 2
----------------------	---------

	Cálculo	Resistente	Aprovechamiento de la sección
<b>Axil (kN)</b>	6464.27	8896.78	72.66%
<b>Cortante (kN)</b>	245.11	8552.39	2.87%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	525.55	1269.46	41.40%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-480.20	-1269.46	37.83%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.03	0.50	5.73%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	525.55	531.88	98.81%
<b>Pandeo (kN)</b>	6464.27	8382.13	77.12%

TABLA A1.25.: Comprobación del estado límite último en el arco.

- Pilas verticales

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en las pilas verticales:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	M <sub>z,+</sub> (kNm)	M <sub>z,-</sub> (kNm)
ELU_Caso1	387.33	1016.79	402.05	-439.94
ELU_Caso2	316.69	968.36	399.11	-471.80
ELU_Caso3	234.73	702.45	279.93	-241.73
ELU_Caso4	232.66	654.02	293.67	-273.59
ELU_Caso5	598.54	1759.53	689.05	-783.59
ELU_Caso6	585.20	1711.10	667.16	-815.45

ELU_Caso7	319.20	711.75	299.77	-166.41
ELU_Caso8	341.35	663.32	308.84	-211.02
ELU_Caso9	325.65	820.27	324.21	-327.34
ELU_Caso10	251.69	739.55	306.48	-380.44
ELU_Caso11	173.95	505.94	202.09	-129.13
ELU_Caso12	183.55	425.22	201.04	-182.23
<b>Máximos</b>	<b>387.33</b>	<b>1016.79</b>	<b>402.05</b>	<b>-471.80</b>

TABLA A1.26.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último de las pilas verticales

Por lo que observamos que cumple la comprobación:

<b>Clase sección</b>	Clase 1
----------------------	---------

	Cálculo	Resistente	Aprovechamiento de la sección
<b>Axil (kN)</b>	387.33	9505.10	4.07%
<b>Cortante (kN)</b>	1016.79	14253.99	7.13%
<b>Momento positivo (kNm)</b>	402.05	839.12	47.91%
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-471.80	-839.12	56.22%
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.07	0.50	14.27%
<b>Axil + momento clase 1,2</b>	402.05	835.48	48.12%
<b>Pandeo (kN)</b>	387.33	3368.05	11.50%

TABLA A1.27.: Comprobación del estado límite último de las pilas verticales.

## A.2 Pasarela atirantada

### A.2.1 Sobrecarga de uso en servicio

Observamos que, para el modo de vibración 4 que nos calcula el SAP2000, se produce el máximo desplazamiento vertical; donde pueden observarse que el punto con mayor desplazamiento y más acelerado es el situado aproximadamente a  $L_{vano}/4$  y  $3L_{vano}/4$  del vano principal:

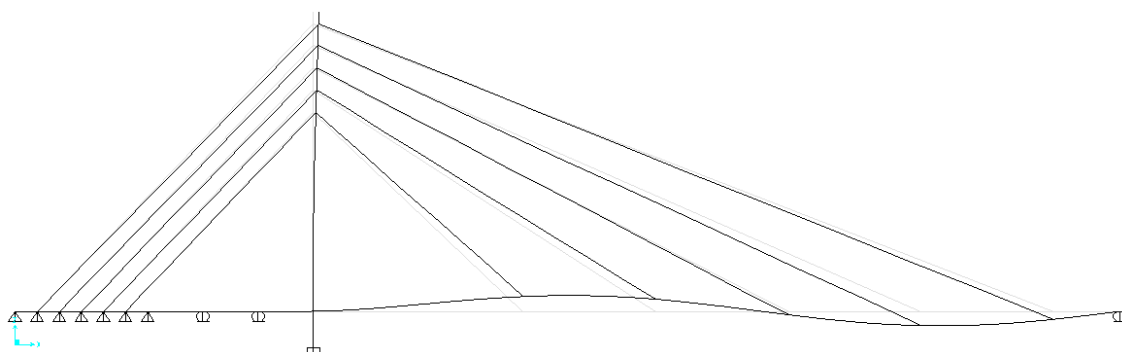


FIGURA A1.7.: Modo de vibración 4, donde se producen los máximos desplazamientos verticales.

Consecuentemente, colocaremos una carga positiva en una parte simétrica y otra negativa en la otra parte.

A.2.2 Sobrecarga de uso en resistencia

Planteamos 2 hipótesis para la determinación de la sobrecarga de uso más desfavorable:

- Cargar toda la pasarela peatonal.
- Cargar únicamente el vano de mayor longitud que se halla atirantado.

Los esfuerzos máximos que obtenemos para cada una de las hipótesis son las siguientes:

	$N_{max}$ (kN)	$V_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)
<b>Todo cargado</b>	7685.43	1198.46	11297.79
<b>Vano de mayor longitud</b>	7684.65	1199.61	11296.90

TABLA A1.28.: Esfuerzos máximos obtenida para cada una de las hipótesis de carga

Observamos que prácticamente en ambos casos se producen las mismas reacciones, ya que en el tramo izquierdo donde se halla la losa y las pilas puede decirse que no influye en la distribución de acciones, donde podría considerarse como una viga bi-apoyada donde sus esfuerzos se ven reducidos gracias a los tirantes.

A.2.3 Tablero ortótropo

- ELV

Para la secciones de cables y de tablero predimensionadas, obtenemos las siguientes aceleraciones en el punto máximo:

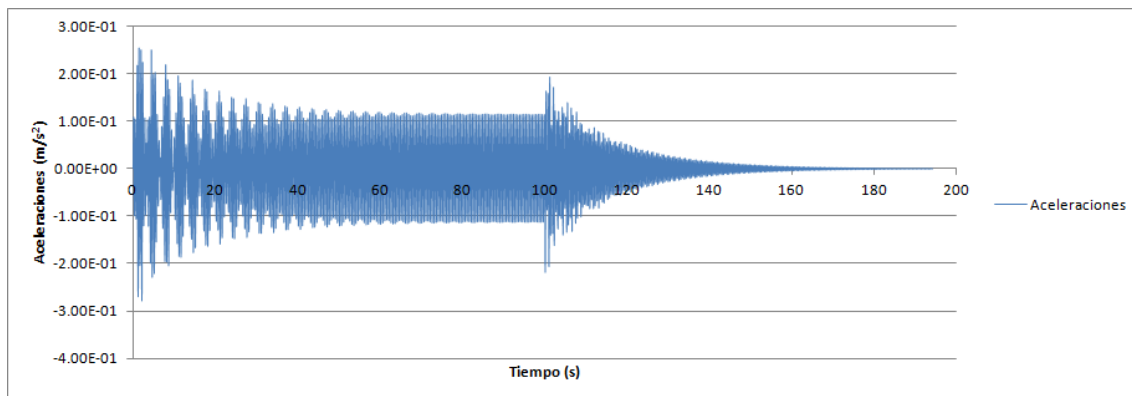
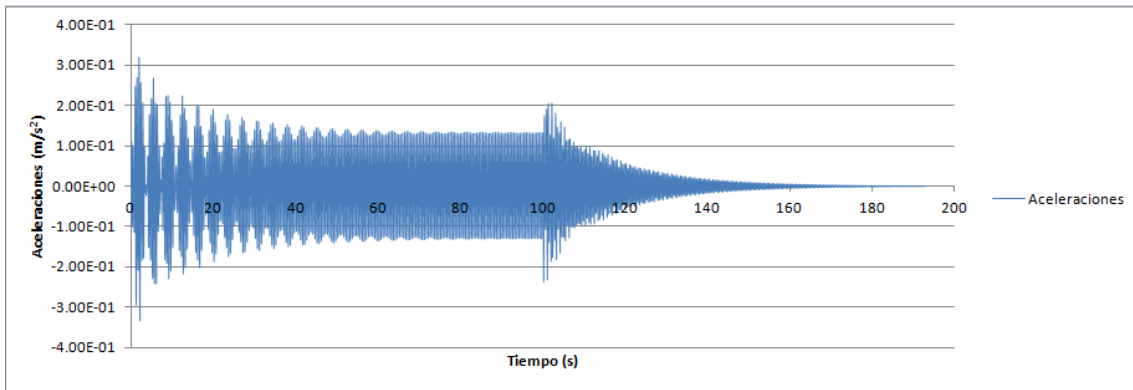


FIGURA A1.8.: Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{vano}/4$  con las secciones predimensionadas.

Corresponde a una aceleración máxima de  $0.252 \text{ m/s}^2$ . Como sucedía con el arco, nos hallamos en un rango de aceleración muy confortable y que nos indica que la estructura está sobredimensionada.

Disminuyendo el área de los cables y tras un proceso iterativo, nos hallamos en una escala superior:



**FIGURA A1.9.:** Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{vano}/4$  con las sección cable iterado.

Procurando siempre que el tesado necesario para el área determinada no sea superior al máximo admisible. Obteniendo así una aceleración máxima de  $0.333 \text{ m/s}^2$ .

El área de los cables resultante:

Tirante	Nº Cordones Necesarios	Area Tirante (mm <sup>2</sup> )
T03	4	600
T05	4	600
T07	4	600
T09	12	1800
T11	12	1800

TT01	19	2850
TT02	19	2850
TT03	5	750
TT04	4	600
TT05	3	450

**TABLA A1.29.:** Re-cálculo del área de los cables para el dimensionamiento por ELV.

- ELU

A continuación calcularemos si el tablero cumple con el estado límite último resistente.

A diferencia de la pasarela en arco, en ésta hemos considerado que únicamente realizaremos una comprobación simple de resistencia en la pila ( $\sigma_h \leq 0.6 \cdot f'_{cd}$ ), ya que hemos considerado irrelevante la determinación de su armado o tesado, observando los objetivos de la presente tesina.

Obtenemos los siguientes esfuerzos para cada caso de ELU en el tablero:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	17091.01	525.06	4613.05	-687.54
ELU_Caso2	12144.67	527.25	4209.57	-658.17
ELU_Caso3	17092.03	447.05	2029.75	-806.68
ELU_Caso4	12145.70	450.25	1655.30	-1083.78
ELU_Caso5	17091.01	617.00	6176.81	-1053.13
ELU_Caso6	12144.67	597.25	5766.59	-816.72



ELU_Caso7	17094.43	581.17	2836.50	-4713.76
ELU_Caso8	12148.09	627.36	3072.92	-5227.86
ELU_Caso9	28485.01	440.70	1841.73	-2250.67
ELU_Caso10	20241.12	487.31	2163.48	-3107.51
ELU_Caso11	28486.04	579.22	2888.54	-4734.68
ELU_Caso12	20242.14	656.19	3282.57	-5591.51
<b>Máximos</b>	<b>28486.04</b>	<b>656.19</b>	<b>6176.81</b>	<b>-5591.51</b>

TABLA A1.30.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en el tablero otrótopo.

Donde observamos que cumple la sección que hemos dimensionado:

<b>Tipo clase sección en momento positivo</b>	Clase 3
<b>Tipo clase sección en momento negativo</b>	Clase 3

	<b>Cálculo</b>	<b>Resistente</b>	<b>Aprovechamiento de la sección</b>	<b>Estado</b>
<b>Axil (kN)</b>	28486.04	61511.82	46.31%	Cumple
<b>Cortante (kN)</b>	656.19	5701.60	11.51%	Cumple
<b>Momento positivo (kNm)</b>	6176.81	159041.82	3.88%	Cumple
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-5591.51	-66560.05	8.40%	Cumple
<b>Axil + Mom clase 3</b>	0.55	1.00	54.71%	Cumple
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.12	0.50	23.02%	Cumple
<b>Pandeo (kN)</b>	28486.04	39991.54	71.23%	Cumple

TABLA A1.31.: Comprobación del estado límite último del tablero ortótopo de la pila atirantada.

En la pila, obtenemos los siguientes esfuerzos máximos:

	<b>Axil (kN)</b>	<b>Cortante (kN)</b>	<b>M<sub>z+</sub> (kNm)</b>	<b>M<sub>z-</sub> (kNm)</b>
ELU_Caso1	11076.85	154.56	776.66	-513.71
ELU_Caso2	11413.09	160.39	694.85	-2673.39
ELU_Caso3	10777.45	166.72	853.15	-735.24
ELU_Caso4	11113.69	248.12	771.35	-2894.93
ELU_Caso5	11276.38	179.20	705.95	-34.79
ELU_Caso6	11612.62	131.07	624.14	-1939.96
ELU_Caso7	10278.37	315.57	960.92	-1207.05
ELU_Caso8	10614.61	414.52	973.10	-2678.40
ELU_Caso9	10362.50	199.02	1033.93	-1875.46
ELU_Caso10	10922.90	303.45	897.59	-5474.94
ELU_Caso11	10063.10	244.24	1110.42	-2097.00
ELU_Caso12	10623.50	391.18	1041.42	-5696.47
<b>Máximos</b>	<b>11612.62</b>	<b>414.52</b>	<b>1110.42</b>	<b>-5696.47</b>

TABLA A1.32.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en la pila.

Donde el caso más desfavorable es el 12 y tenemos éstos esfuerzos máximos en la base de la pila. Realizaremos la comprobación en este punto y además en el fin de la pila discontinua, en la base donde la pila arranca con una sección uniforme.

El cálculo de la tensión del hormigón la calcularemos:

$$\sigma_h = \frac{N}{A_c} \pm \frac{M \cdot y}{I_c} \leq 0.6 \cdot f_{cd}$$

Para la base de la pila obtenemos una tensión de 10.03 MPa mientras que en el arranque de la pila homogénea 7.73 MPa; valores inferiores a los 14.4 MPa que exigimos y por lo que cumple.

#### A.2.4 Tablero mixto

Realizamos las mismas comprobaciones cuando el tablero es tipo mixto:

- ELV

Para la secciones de cables y de tablero predimensionadas, obtenemos las siguientes aceleraciones en el punto máximo:

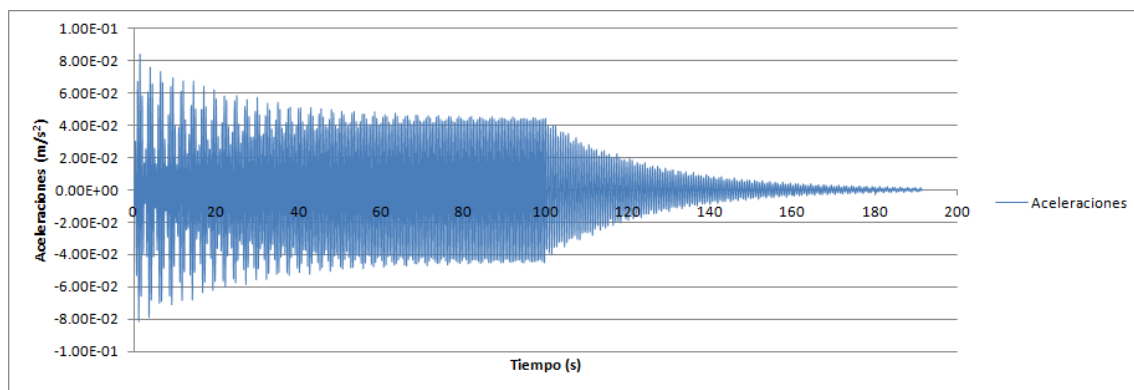


FIGURA A1.10.: Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{vano}/4$  con las secciones predimensionadas.

Obteniendo en este caso una aceleración máxima de  $0.08 \text{ m/s}^2$ . Observamos por consecuencia que esta pasarela atirantada está muy sobredimensionada si consideramos una sección mixta. Reduciendo el máximo posible el área de los tirantes, observamos que las aceleraciones producidas son prácticamente idénticas, aumentando el máximo tan sólo 3 milésimas.

Por tanto, consideraremos adecuada esta sección, puesto que se halla en un rango todavía interpretable en el objetivo de la tesina. Consecuentemente, consideramos los cables previamente predimensionados.

- ELU

Realizamos la comprobación para esta alternativa, obteniendo los esfuerzos máximos en el tablero mixto:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	8169.37	636.15	5378.05	-949.44
ELU_Caso2	8472.90	609.26	4824.97	-888.18
ELU_Caso3	7733.30	546.34	4074.22	-721.19

ELU_Caso4	8036.82	563.82	4057.17	-1075.03
ELU_Caso5	8215.17	729.53	6756.25	-1084.96
ELU_Caso6	8518.70	685.90	5775.74	-1023.70
ELU_Caso7	6761.59	563.72	3079.32	-3618.63
ELU_Caso8	7065.12	656.55	3201.70	-4699.10
ELU_Caso9	9739.47	513.19	3531.93	-1200.56
ELU_Caso10	7780.34	586.58	3600.30	-2923.82
ELU_Caso11	9740.61	540.95	3030.38	-3390.24
ELU_Caso12	7409.53	695.67	3251.97	-5191.02
<b>Máximos</b>	<b>9740.61</b>	<b>729.53</b>	<b>6756.25</b>	<b>-5191.02</b>

TABLA A1.33.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en el tablero mixto.

Si realizamos la comprobación de ambas secciones (la de la región de momentos positivos y la de momentos negativos) observamos que cumplen:

<b>Tipo clase sección en momento positivo</b>	-
---	---

	Cálculo	Resistente	Aprovechamiento de la sección	Estado
<b>Axil (kN)</b>	8518.70	56477.27	15.08%	Cumple
<b>Cortante (kN)</b>	701.70	5701.60	12.31%	Cumple
<b>Momento positivo (kNm)</b>	6756.25	111651.94	6.05%	Cumple
<b>Axil + Mom clase 3</b>	0.23	1.00	23.26%	Cumple
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.12	0.50	24.61%	Cumple
<b>Pandeo (kN)</b>	8518.70	37492.91	22.72%	Cumple

TABLA A1.34.: Comprobación del estado límite último del tablero mixto en región de momentos positivos.

<b>Tipo clase sección en momento negativo</b>	Clase 3
---	---------

	Cálculo	Resistente	Aprovechamiento de la sección	Estado
<b>Axil (kN)</b>	9740.61	32918.18	29.59%	Cumple
<b>Cortante (kN)</b>	729.53	5701.60	12.80%	Cumple
<b>Momento negativo (kNm)</b>	-5191.02	-44008.26	11.80%	Cumple
<b>Axil + Mom clase 3</b>	0.44	1.00	43.57%	Cumple
<b>Axil + Cortante + Momento</b>	0.13	0.50	25.59%	Cumple
<b>Pandeo (kN)</b>	9740.61	19440.92	50.10%	Cumple

TABLA A1.35.: Comprobación del estado límite último del tablero mixto en región de momentos negativos.

Por lo que hace la pila para esta alternativa, obtenemos los siguientes esfuerzos máximos:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	13557.84	493.48	3382.66	-78.37
ELU_Caso2	14113.32	458.61	1381.34	-16.56
ELU_Caso3	13103.81	414.63	2660.29	0.00
ELU_Caso4	13659.29	379.76	1100.52	0.00

<b>ELU_Caso5</b>	13852.99	535.37	4405.06	-247.17
<b>ELU_Caso6</b>	14408.47	500.49	2403.74	-128.73
<b>ELU_Caso7</b>	12339.54	303.97	1997.18	0.00
<b>ELU_Caso8</b>	12895.02	307.23	1300.31	-771.72
<b>ELU_Caso9</b>	12469.59	381.32	1218.43	0.00
<b>ELU_Caso10</b>	13395.39	323.20	1299.58	-2254.81
<b>ELU_Caso11</b>	12015.55	302.47	1346.85	0.00
<b>ELU_Caso12</b>	12941.35	286.67	1428.00	-2977.17
<b>Máximos</b>	<b>14408.47</b>	<b>535.37</b>	<b>4405.06</b>	<b>-2977.17</b>

TABLA A1.36.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en la pila.

Donde para esta alternativa el peor caso es el caso 5; por lo que realizando la misma comprobación que la alternativa con tablero ortótropo obtenemos que en la base de la pila hay una tensión máxima de 7.48 MPa mientras que en el arranque de la pila homogénea una de 8.85 MPa. Valores inferiores a los admisibles (14.4 MPa) por lo que consideramos que cumple.

### A.3 Pasarela pórtico

#### A.3.1 Sobrecarga de uso en servicio

Para este último caso, observamos que el modo de máximo desplazamiento vertical es el siguiente:

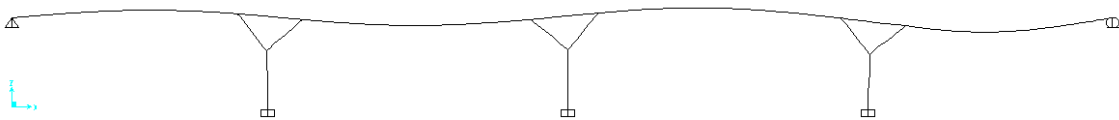


FIGURA A1.11.: Modo de vibración 3, donde se producen los máximos desplazamientos verticales.

Para este caso, aplicaremos una carga positiva del inicio a  $L/4$  y de  $L/2$  a  $3L/2$  y una negativa de  $L/4$  a  $L/2$  y de  $3L/2$  al final.

#### A.3.2 Sobrecarga de uso en cálculo resistente

Observando el comportamiento de la deformada, planteamos las siguientes 3 hipótesis para al sobrecarga de uso:

- Cargar toda la pasarela peatonal.
- Cargar vanos 1 y 5
- Cargas vanos 1, 4 y 5.

Donde la numeración de los vanos se inicia desde la izquierda.

Lis esfuerzos máximos que obtenemos para cada una de las hipótesis son las siguientes:

	$N_{max}$ (kN)	$V_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)
<b>Todo cargado</b>	200.00	277.76	852.02
<b>Vanos 1 y 5</b>	169.38	258.77	1111.19
<b>Vanos 1, 4 y 5</b>	203.51	259.29	1111.42

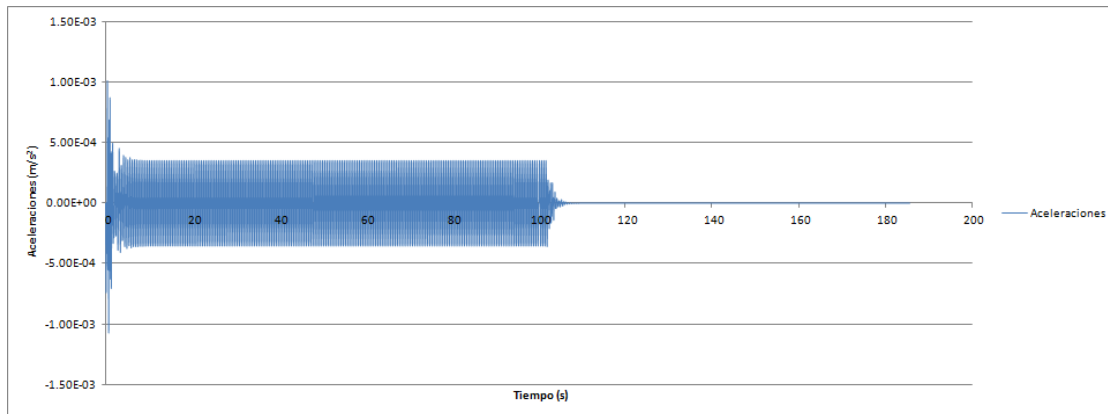
TABLA A1.37.: Esfuerzos máximos obtenida para cada una de las hipótesis de carga

Observamos que para cualquier caso el estado de carga más desfavorable es cuando aplicamos una sobrecarga de uso en los vanos 1, 4 y 5. Procedemos consecuentemente al cálculo de los estados límite para cada caso.

#### A.3.4 Tablero pretensado en losa maciza

- ELV

Como era esperable, obtenemos unas aceleraciones prácticamente inapreciables:



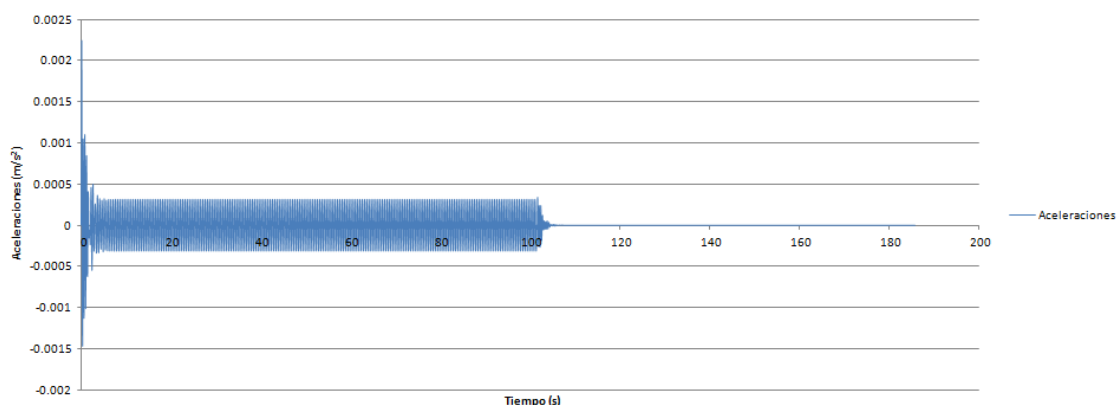
**FIGURA A1.12.:** Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{vano}/4$  con las secciones predimensionadas.

Incluso, el desplazamiento que produce en la pasarela, es totalmente inapreciable (menor que  $10^{-6}$  m) muy probablemente el valor que nos dé el SAP2000 esté por debajo del error inherente en el cálculo.

Consecuentemente, reduciremos el espesor de la losa hasta el mínimo admisible para amplificar las aceleraciones obtenidas y que tenga sentido el cálculo dinámico.

De hecho, buscaremos encontrarnos dentro de una banda tesa, las cuales son comúnmente utilizadas para las pasarelas peatonales.

Si reducimos el espesor del tablero a los 25 cm, obtenemos las siguientes aceleraciones máximas:



**FIGURA A1.13.:** Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{vano}/4$  con las secciones predimensionadas.

Siendo la aceleración máxima del orden de  $0.002 \text{ m/s}^2$ , valor muy pequeño todavía en comparación al resto de alternativas, aunque a diferencia de la sección predimensionada, nos hallamos ya fuera del rango de error inherente.

Finalmente consideraremos una sección del tipo:

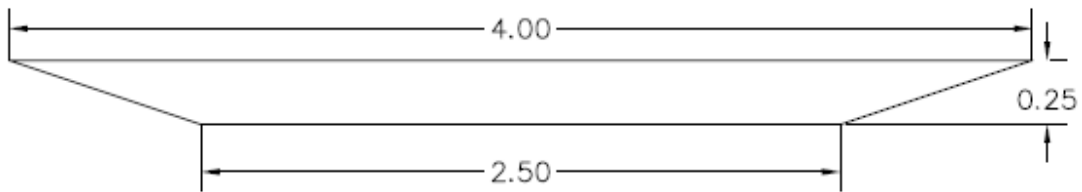


FIGURA A1.14.: Sección re-dimensionada de hormigón pretensado maciza.

Cuyos atributos:

Sección pretensada maciza	
Atributo	Valor
Área (m <sup>2</sup> )	0.813
Área cortante (m <sup>2</sup> )	-
$v_{inf}$ (m)	0.115
$v_{sup}$ (m)	0.135
$I_x$ (m <sup>4</sup> )	0.753
$W_{e.s,+}$ (m <sup>3</sup> )	0.153
$W_{e.s,-}$ (m <sup>3</sup> )	0.179
$I_y$ (m <sup>4</sup> )	0.004
Peso Propio (kN/m)	20.325

TABLA A1.38.: Atributos de la sección re-dimensionada de hormigón pretensado maciza.

- ELU

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el tablero:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	12562.23	12562.23	12387.43	-25401.96
ELU_Caso2	10612.56	4122.48	10412.11	-14525.34
ELU_Caso3	12342.79	12342.79	11872.43	-24953.53
ELU_Caso4	10618.08	4087.94	9959.80	-14131.54
ELU_Caso5	12552.21	12552.21	13850.68	-26254.74
ELU_Caso6	10976.79	4156.83	10858.55	-15342.64
ELU_Caso7	11820.74	11820.74	12133.76	-24759.95
ELU_Caso8	10995.20	4041.70	9363.03	-13906.21
ELU_Caso9	20857.45	20857.45	16864.70	-37970.49
ELU_Caso10	15768.54	6440.16	15368.64	-19824.03
ELU_Caso11	20638.01	20638.01	16444.19	-37522.05
ELU_Caso12	15774.06	6405.62	15817.08	-19393.10
<b>Máximos</b>	<b>20857.45</b>	<b>20857.45</b>	<b>16864.70</b>	<b>-37970.49</b>

TABLA A1.39.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en la losa maciza pretensada.

Donde observamos que cumple el criterio de tensión admisible (presentado en el apartado de predimensionamiento):

	Tensión Máxima (kN/m <sup>2</sup> )	Resistencia Compresión elástica (0,6·fck) kN/m <sup>2</sup>	Aprob
<b>Tablero Pretensado Losa Maciza</b>	14098.78	18000.00	78.33%

TABLA A1.40.: Comprobación del estado límite último de la losa maciza pretensada.

Por lo que hace las pilas, realizamos la hipótesis de que no entra dentro de nuestros objetivos determinar cuál es su armado; o por otra parte puede estar pretensada como sucede con el tablero.

Así, determinados si cumple la condición de resistencia a compresión elástica como hemos hecho con el tablero:

	Tensión Máxima (kN/m <sup>2</sup> )	Resistencia Compresión elástica (0,6·fck) kN/m <sup>2</sup>	Aprob
<b>Pilas</b>	12096.64	18000.00	67.20%

TABLA A1.41.: Comprobación del estado límite último en las pilas.

Por lo que observamos que cumple.

### A.3.5 Tablero pretensado en losa aligerada

- ELV

Para la sección predimensionada, observamos que obtenemos las siguientes aceleraciones máximas:

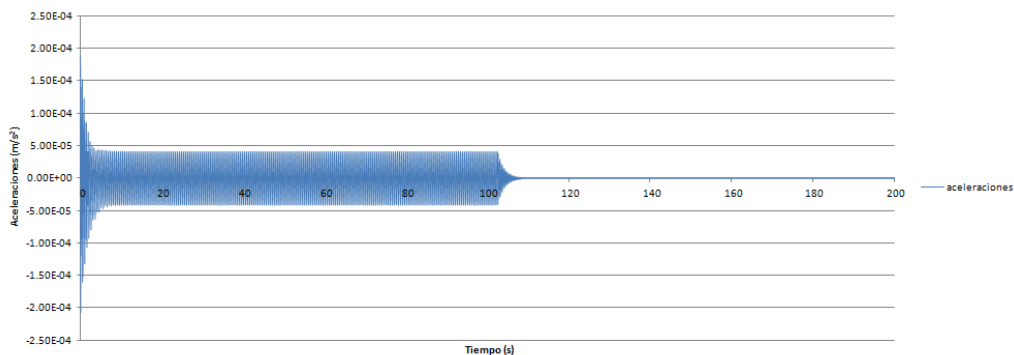


FIGURA A1.15.: Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{vano}/4$  con las secciones predimensionadas.

Aunque volvemos a tener valores muy pequeños, con un máximo en 0.001 m/s<sup>2</sup>, son cercanos a la reducción realizada en la última sección dimensionada en el tablero de losa maciza.

Por tanto, si tomamos la anterior sección ya re-dimensionada y la aligeramos, obtenemos las siguientes aceleraciones máximas:

Sección pretensada maciza	
Atributo	Valor
Área (m <sup>2</sup> )	0.655
Área cortante (m <sup>2</sup> )	-
$V_{inf}$ (m)	0.115
$V_{sup}$ (m)	0.135
$I_x$ (m <sup>4</sup> )	0.673
$W_{e,s,+}$ (m <sup>3</sup> )	0.200

$W_{g,s_i}$ (m <sup>3</sup> )	0.171
$I_y$ (m <sup>4</sup> )	0.004
Peso Propio (kN/m)	16.375

TABLA A1.42.: Atributos de la sección re-dimensionada de hormigón pretensado aligerada.

De donde obtenemos las aceleraciones:

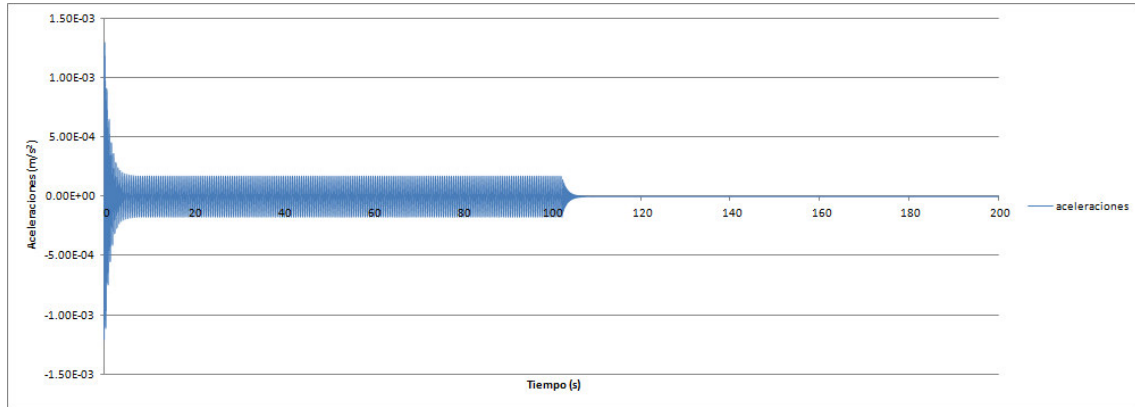


FIGURA A1.15.: Aceleraciones obtenidas en el punto  $L_{vano}/4$  con la sección re-dimensionada.

Aunque doblemos las aceleraciones máximas, el rango sigue siendo muy pequeño, pero resultará interesante comparar el comportamiento en el objetivo final de la tesina.

- ELU

Obtenemos los siguientes esfuerzos máximos en el tablero:

	Axil (kN)	Cortante (kN)	$M_{z,+}$ (kNm)	$M_{z,-}$ (kNm)
ELU_Caso1	523.31	3691.85	9772.22	-16974.18
ELU_Caso2	7448.00	2763.21	9511.29	-10654.64
ELU_Caso3	391.05	3635.50	9208.51	-16555.01
ELU_Caso4	7466.20	2613.35	8957.78	-10208.33
ELU_Caso5	857.72	3870.83	11323.00	-17765.16
ELU_Caso6	7797.69	2962.16	10001.05	-11695.70
ELU_Caso7	416.85	3682.99	9443.96	-16367.95
ELU_Caso8	7858.35	2565.86	8155.99	-10208.00
ELU_Caso9	0.00	5846.73	12432.25	-24732.74
ELU_Caso10	10779.58	3999.84	10319.17	-13921.62
ELU_Caso11	19.35	5790.37	11918.94	-24313.58
ELU_Caso12	10797.78	3968.90	10143.73	-13475.31
<b>Máximos</b>	<b>10797.78</b>	<b>5846.73</b>	<b>12432.25</b>	<b>-24732.74</b>

TABLA A1.43.: Esfuerzos máximos en combinación del estado límite último en la losa aligerada pretensada.

Donde observamos que cumple el criterio de tensión admisible (presentado en el apartado de predimensionamiento):



	Tensión Máxima (kN/m <sup>2</sup> )	Resistencia Compresión elástica (0,6·f <sub>ck</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	Aprob
<b>Tablero Pretensado Losa Aligerada</b>	7864.77	14400.00	54.62%

TABLA A1.44.: Comprobación del estado límite último de la losa aligerada pretensada.

Por lo que hacen las pilas; observamos que cumple el criterio de tensión admisible:

	Tensión Máxima (kN/m <sup>2</sup> )	Resistencia Compresión elástica (0,6·f <sub>ck</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	Aprob
<b>Pilas</b>	14545.06	18000.00	80.81%

TABLA A1.45.: Comprobación del estado límite último en las pilas.