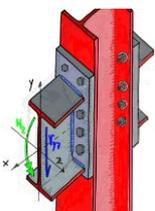


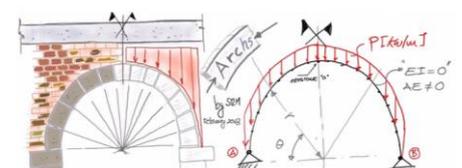
## RESOLUCIÓN DE ARCO BIAPOYADO MEDIANTE CÁLCULO TRADICIONAL. CONTRASTE DE RESULTADOS CON SOFTWARE DE CÁLCULO SAP2000

*Video explicativo en:*

<https://www.youtube.com/watch?v=x397oPbXPQY>



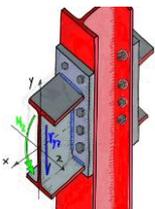
Pedro MARTINEZ & Sergio RODRIGUEZ  
[https://youtube.com/@canal\\_estructuras\\_sergio](https://youtube.com/@canal_estructuras_sergio)



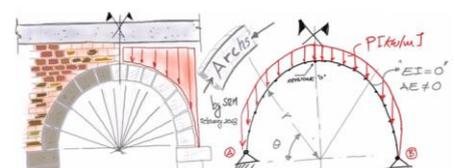
Nota de los autores:

*Este documento es únicamente de carácter didáctico. Se ha pretendido en todo momento describir el cálculo "paso a paso" para la total comprensión del mismo.*

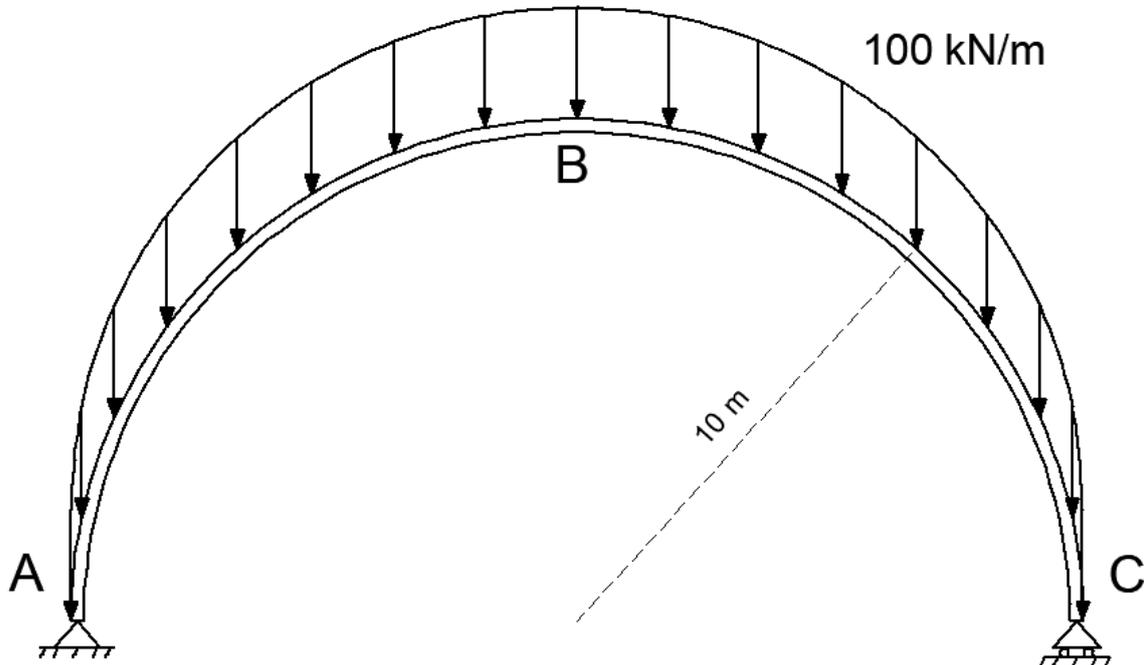
*Queda expresamente prohibida la copia, reproducción o difusión mediante cualquier medio del presente documento para fines lucrativos.*



Pedro MARTINEZ & Sergio RODRIGUEZ  
[https://youtube.com/@canal\\_estructuras\\_sergio](https://youtube.com/@canal_estructuras_sergio)

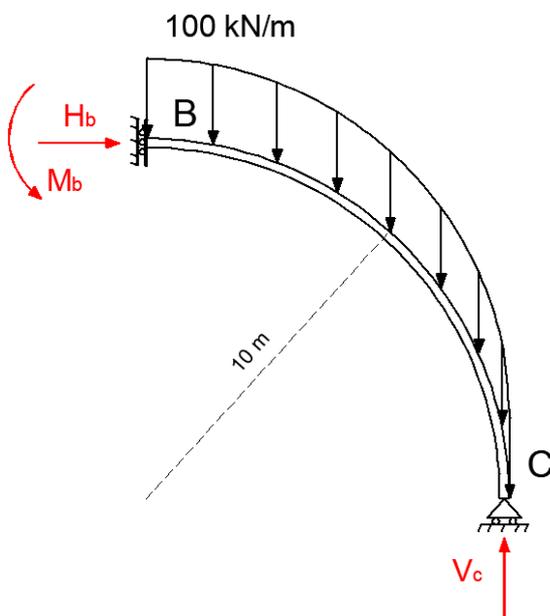


1. Determinación de las reacciones y diagramas de esfuerzos flectores del arco adjunto



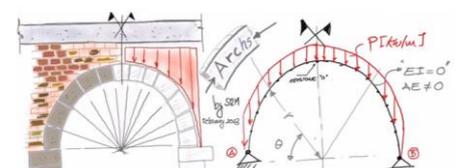
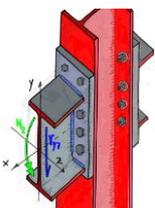
Lo primero que vamos a hacer es determinar si la estructura es isostática o hiperestática.

Para mayor facilidad de trabajo y por ser una estructura simétrica de carga y forma, nos vamos a quedar con la mitad de la estructura aplicando los conceptos de simetría.

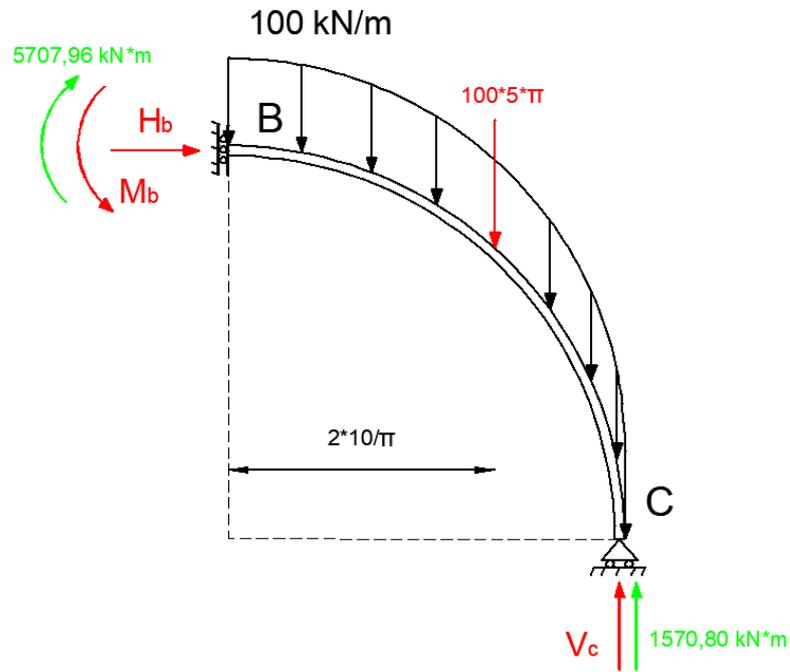


$$GH = 3 - 3 = 0$$

Como se puede ver, estamos frente a una estructura isostática, lo que quiere decir que se podrá resolver con las ecuaciones de la estática.



Calculamos las reacciones:

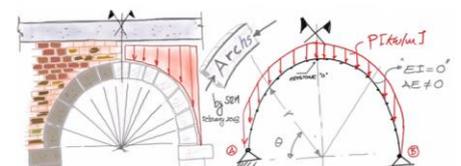
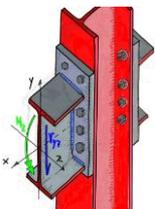
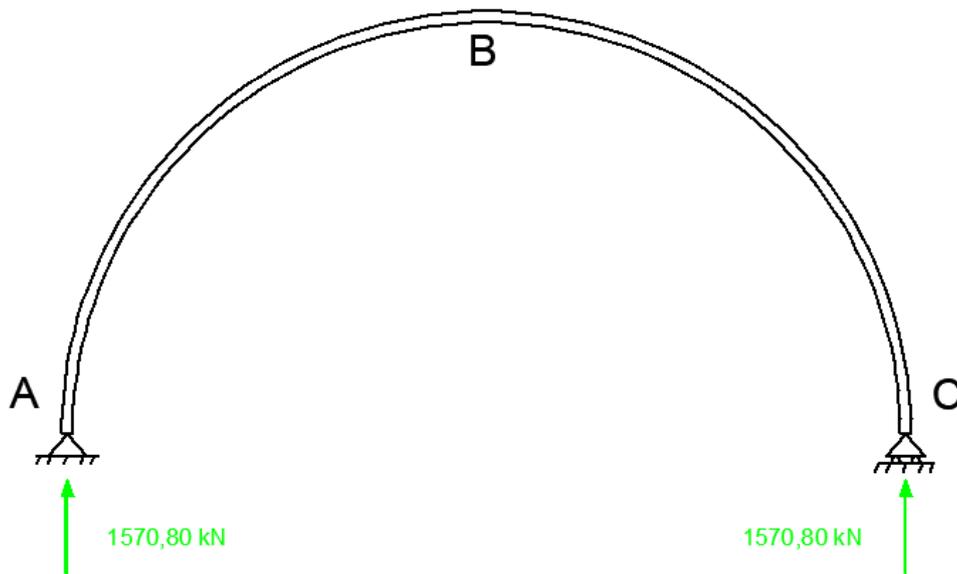


$$\sum FV = 0 \rightarrow V_C = 100 * 5 * \pi = 1570,80 \text{ kN}$$

$$\sum FH = 0 \rightarrow H_B = 0 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow M_B = 100 * 5 * \pi * \left(\frac{2 * 10}{\pi}\right) - 1570,80 * (10) \rightarrow M_B = -5707,96 \text{ kN} * \text{m}$$

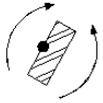
Las reacciones quedarían:



2. Determinación del diagrama de esfuerzos flectores, cortantes y axiales

Diagrama de flectores

La ley de flectores resultará:  $0 \leq \theta \leq \pi/2$



$$Mz_B^C = 5707,96 - 100 * 10 * \theta * x = 5707,96 - 10000 * \theta * \text{sen } \theta + 20000 * \text{sen}^2 \frac{\theta}{2}$$

$$\theta = 0 \rightarrow Mz_B = 5707,96 \text{ kN} * \text{m}$$

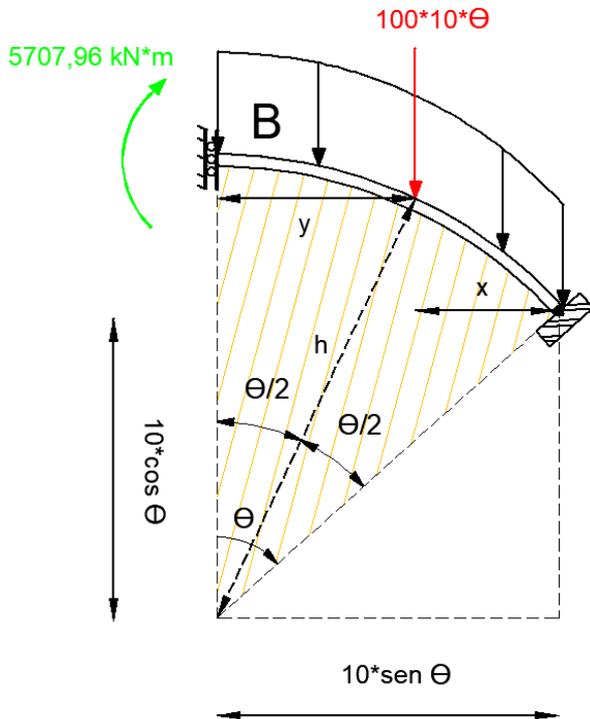
$$\theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow Mz_C = 0 \text{ kN} * \text{m}$$

$$h = \frac{10 * \text{sen } \frac{\theta}{2}}{\frac{\theta}{2}} = \frac{20 * \text{sen } \frac{\theta}{2}}{\theta}$$

$$y = \text{sen } \frac{\theta}{2} * h \rightarrow y = \frac{20 * \text{sen}^2 \frac{\theta}{2}}{\theta}$$

$$x = 10 * \text{sen } \theta - y \rightarrow$$

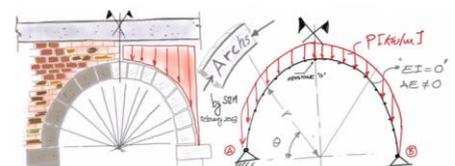
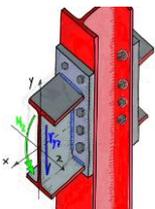
$$\rightarrow x = 10 * \text{sen } \theta - \frac{20 * \text{sen}^2 \frac{\theta}{2}}{\theta}$$



Imponemos que la función pase por "0" para calcular las posibles intersecciones obteniendo:

$$Mz_B^C = 0 \rightarrow 5707,96 - 100 * 10 * \theta * x = 5707,96 - 10000 * \theta * \text{sen } \theta + 20000 * \text{sen}^2 \frac{\theta}{2} = 0$$

∅ intersecciones



Como es una estructura simétrica (de carga y de forma) no necesitamos más valores para podernos hacer una idea de la ley de flectores, por lo que la ley quedaría representada de la siguiente manera:

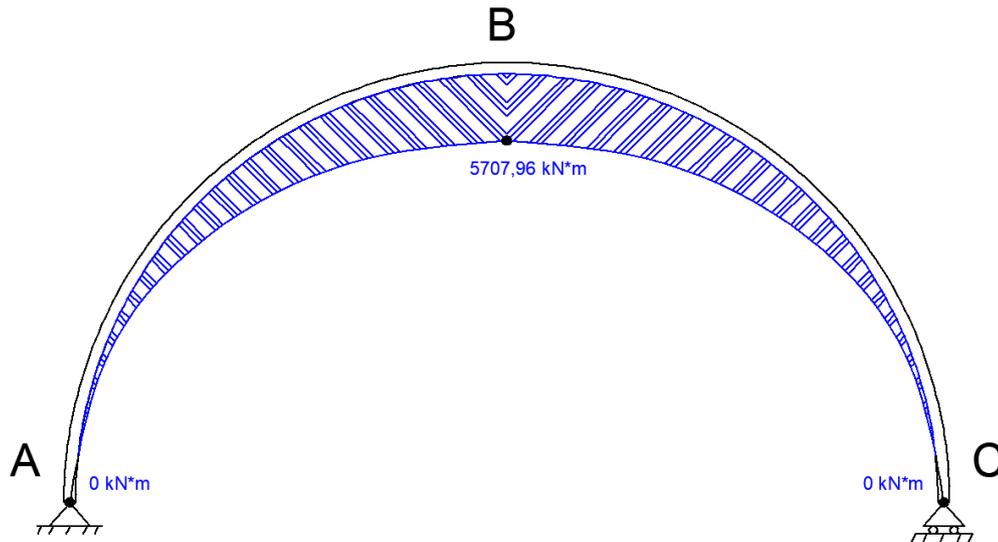
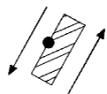


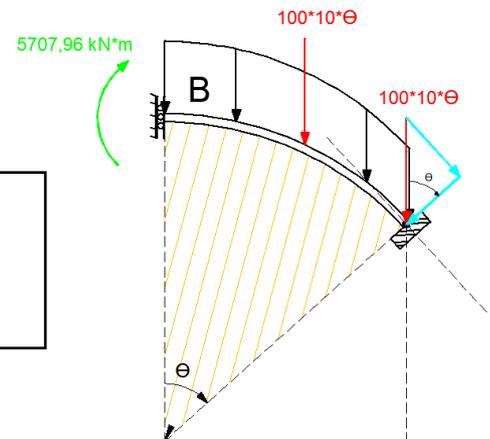
Diagrama de cortantes

La ley de cortantes resultará:  $0 \leq \theta \leq \pi/2$

  $V_B^C = 100 * 10 * \theta * \cos \theta$

$$\theta = 0 \rightarrow V_B = 0 \text{ kN}$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow V_C = 0 \text{ kN} * m$$



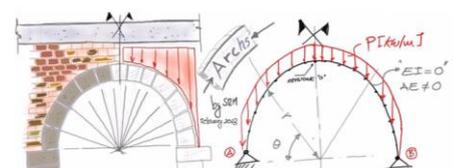
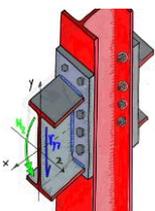
El cortante es nulo cuando "θ" adopta los valores de "0" y "π/2". Imponemos que la función pase por "0" para calcular más posibles intersecciones, obteniendo:

$$V_B^C = 100 * 10 * \theta * \cos \theta = 0$$

*∅ intersecciones*

Derivamos la ley de cortantes e igualamos a "0" para conocer los valores de "θ" asociados a los máximos y mínimos de la función:

$$\frac{dV_B^C}{d\theta} = 0 \rightarrow 1000 * (\cos \theta - \theta * \sin \theta) = 0$$



$$\theta \approx 0,86 \text{ rad} \rightarrow \theta = 49,27^\circ$$

Por último, sustituimos el valor de "θ" en la función y obtenemos el valor restante para terminar de definir el diagrama de cortantes:

$$V_B^C = 100 * 10 * 0,86 * \cos 0,86 = 561,09 \text{ kN}$$

La ley de cortantes no es una ley simétrica, por lo que se procedería de igual manera a la descrita anteriormente para su cálculo quedando representada de la siguiente manera:

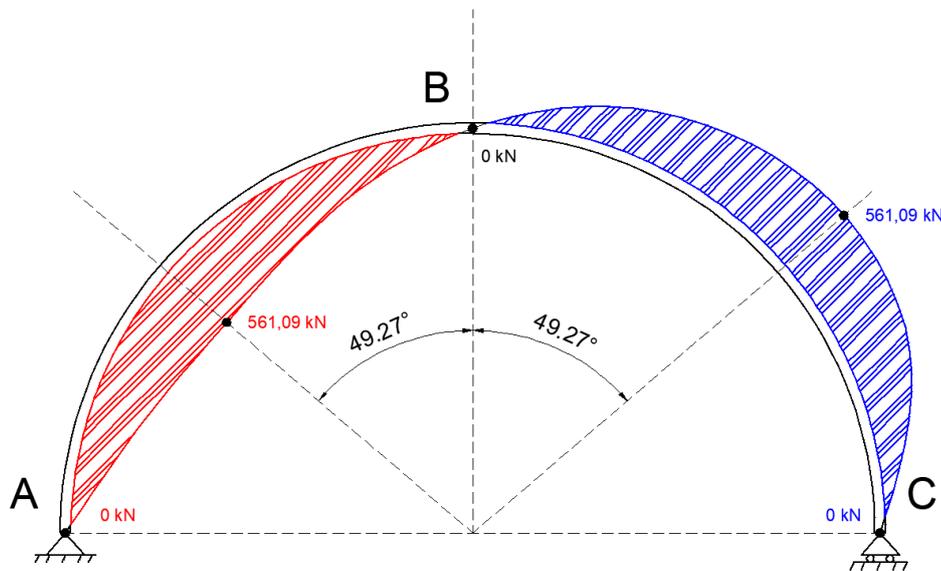


Diagrama de axiles

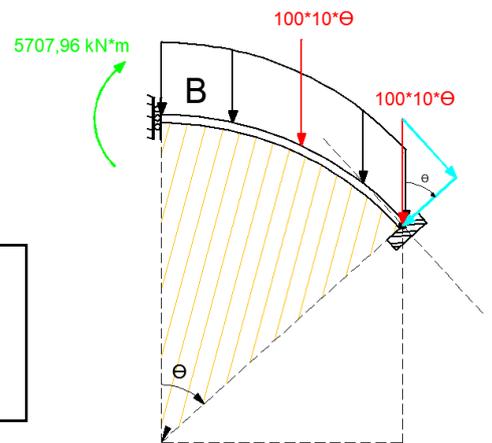
La ley de axiles resultará:  $0 \leq \theta \leq \pi/2$



$$V_B^C = 100 * 10 * \theta * \text{sen } \theta$$

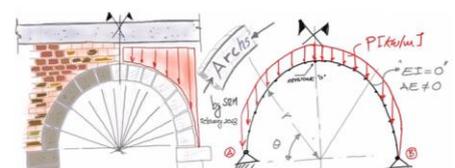
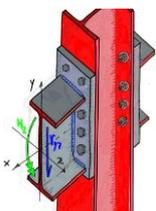
$$\theta = 0 \rightarrow V_B = 0 \text{ kN} * m$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow V_C = 1570,80 \text{ kN}$$



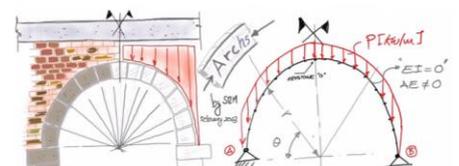
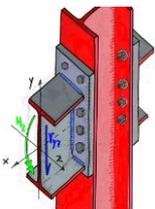
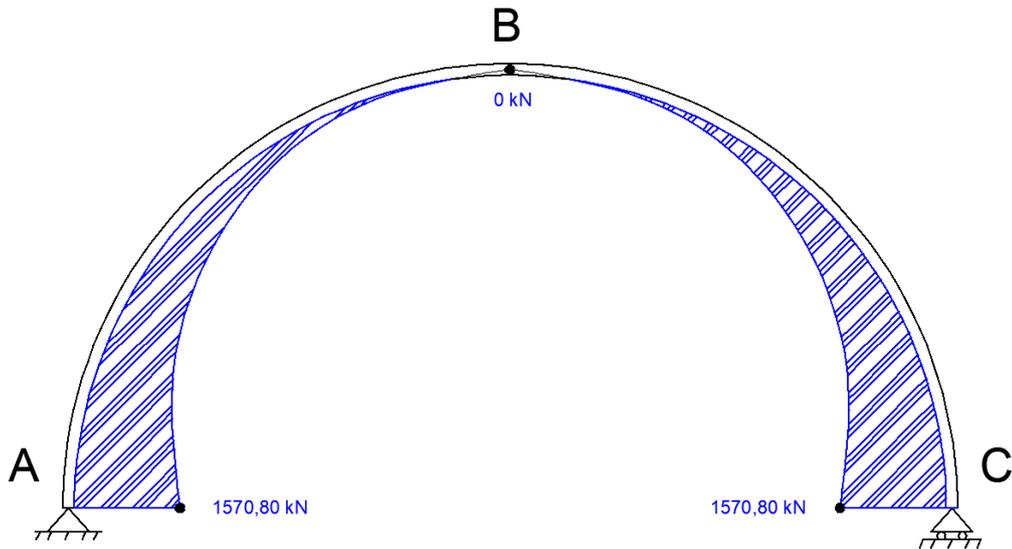
El axil es nulo cuando "θ" adopta los valores de "0". Imponemos que la función pase por "0" para calcular más posibles intersecciones, obteniendo:

$$V_B^C = 100 * 10 * \theta * \text{sen } \theta = 0$$

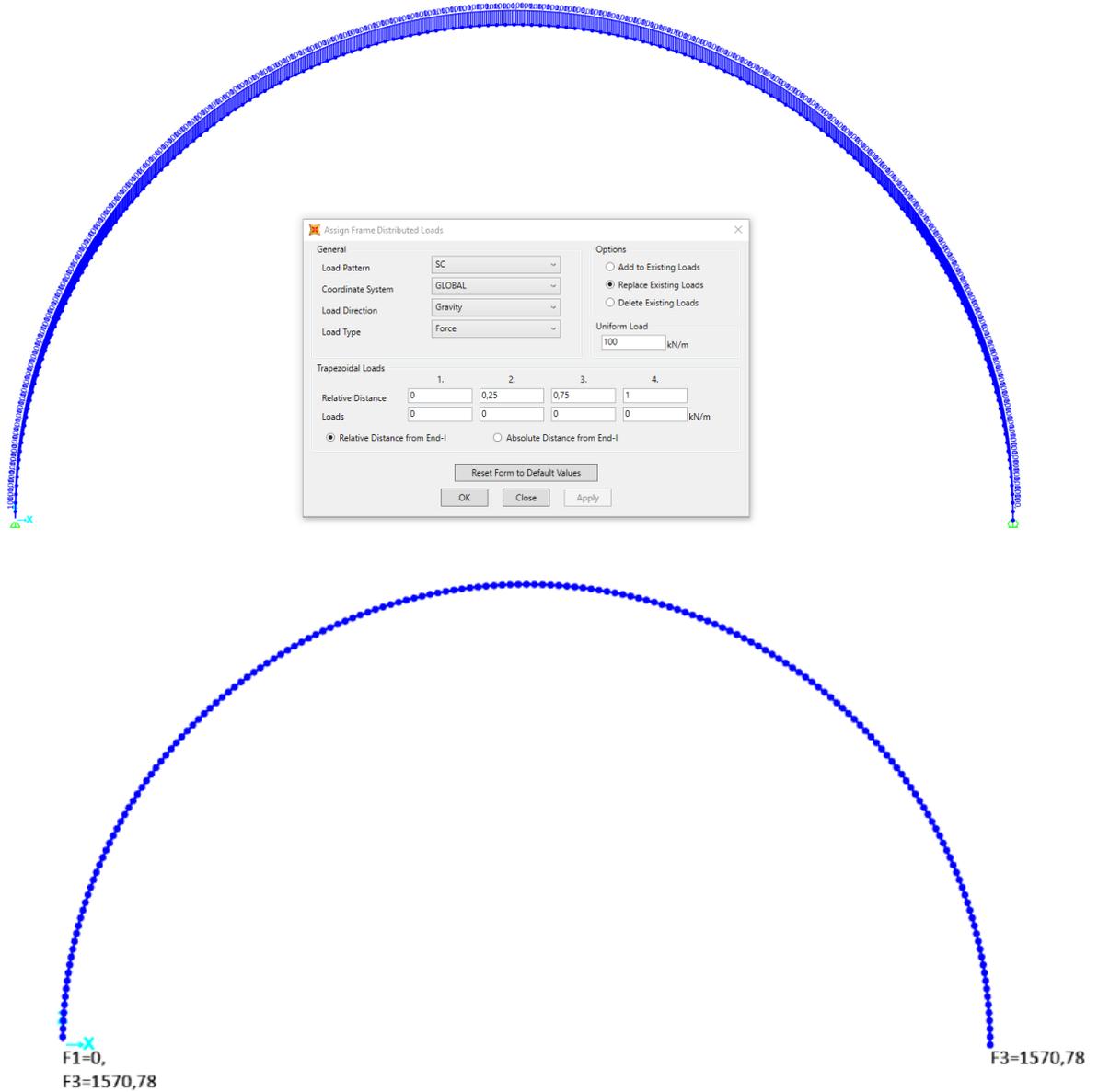


∄ intersecciones

La ley de axiles es una ley simétrica, por lo que quedará representada de la siguiente manera:



3. Comparación de resultados usando SAP2000



| RESUMEN CÁLCULOS [REACCIONES] |            |           |      |         |      |                     |         |      |
|-------------------------------|------------|-----------|------|---------|------|---------------------|---------|------|
| TABLE: Joint Reactions        |            |           |      |         |      | Cálculo tradicional |         |      |
| Joint                         | OutputCase | CaseType  | F1   | F3      | M2   | F1                  | F3      | M2   |
| Text                          | Text       | Text      | KN   | KN      | KN-m | KN                  | KN      | KN-m |
| 1                             | SC         | LinStatic | 0,00 | 1570,78 | 0,00 | 0,00                | 1570,80 | 0,00 |
| 199                           | SC         | LinStatic | 0,00 | 1570,78 | 0,00 | 0,00                | 1570,80 | 0,00 |

NOTA: Los signos de las reacciones y esfuerzos dependen del convenio empleado

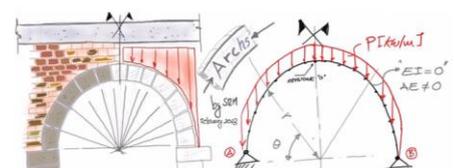
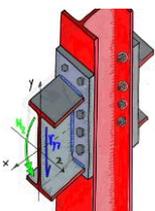
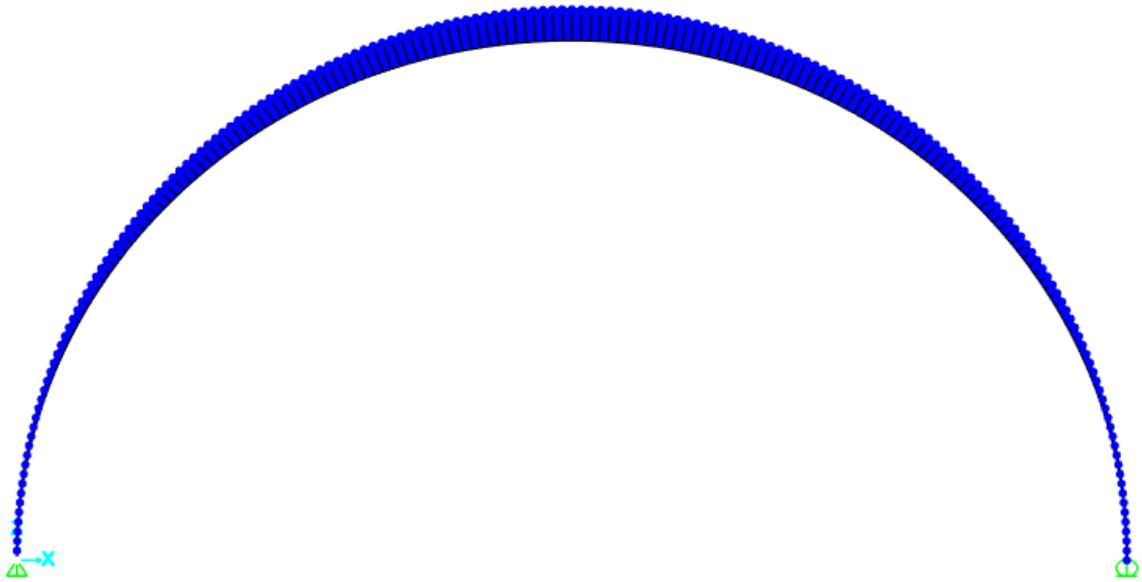


Diagrama de flectores



| RESUMEN CÁLCULOS [FLECTOR]                |         |            |           |         |                     |         |           |
|---|---------|------------|-----------|---------|---------------------|---------|-----------|
| TABLE: Element Forces - Frames [SAP 2000] |         |            |           |         | Cálculo tradicional |         | Variación |
| Frame                                     | Station | OutputCase | CaseType  | M3      | $\theta$            | M3      | %         |
| Text                                      | m       | Text       | Text      | KN-m    | RAD                 | KN-m    |           |
| 19  | 0       | SC         | LinStatic | 0,00    | $\pi/2$             | 0,00    | N/A       |
| 109                                       | 0       | SC         | LinStatic | 5708,14 | 0                   | 5707,96 | 0,00      |
| 198                                       | 0,17453 | SC         | LinStatic | 0,00    | $\pi/2$             | 0,00    | N/A       |

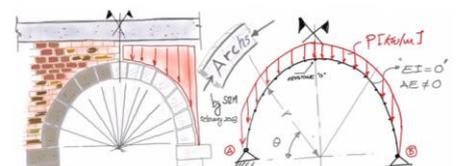
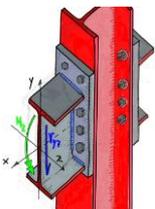
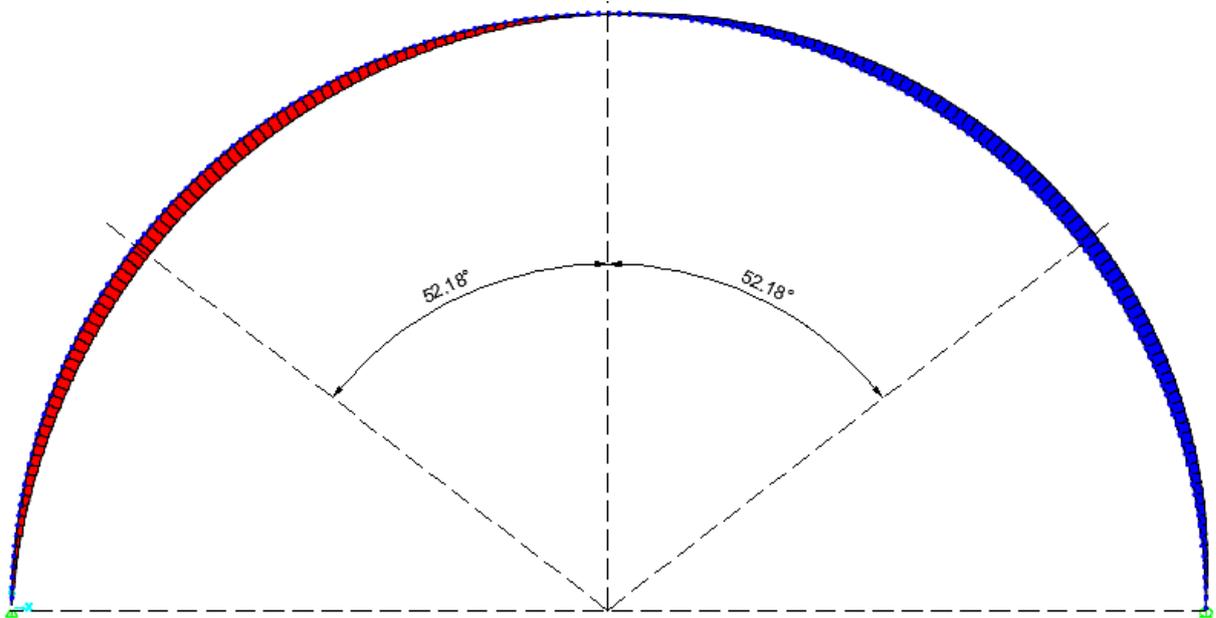


Diagrama de cortantes



| RESUMEN CÁLCULOS [CORTANTE]               |         |            |           |         |                     |         |           |
|---|---------|------------|-----------|---------|---------------------|---------|-----------|
| TABLE: Element Forces - Frames [SAP 2000] |         |            |           |         | Cálculo tradicional |         | Variación |
| Frame                                     | Station | OutputCase | CaseType  | V2      | $\theta$            | V2      | %         |
| Text                                      | m       | Text       | Text      | KN      | RAD                 | KN-m    |           |
| 19  | 0       | SC         | LinStatic | 0,00    | $\pi/2$             | 0,00    | N/A       |
| 58  | 0       | SC         | LinStatic | -566,18 | 0,86                | -561,09 | 0,90      |
| 109                                       | 0       | SC         | LinStatic | 0,00    | 0                   | 0       | N/A       |
| 159                                       | 0,17453 | SC         | LinStatic | 566,18  | 0,86                | 561,09  | 0,90      |
| 198                                       | 0,17453 | SC         | LinStatic | 0,00    | $\pi/2$             | 0,00    | N/A       |

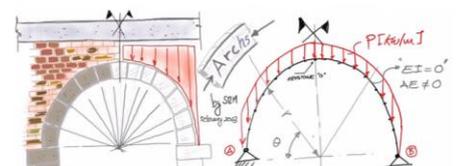
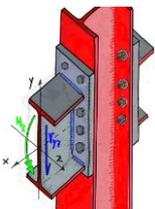
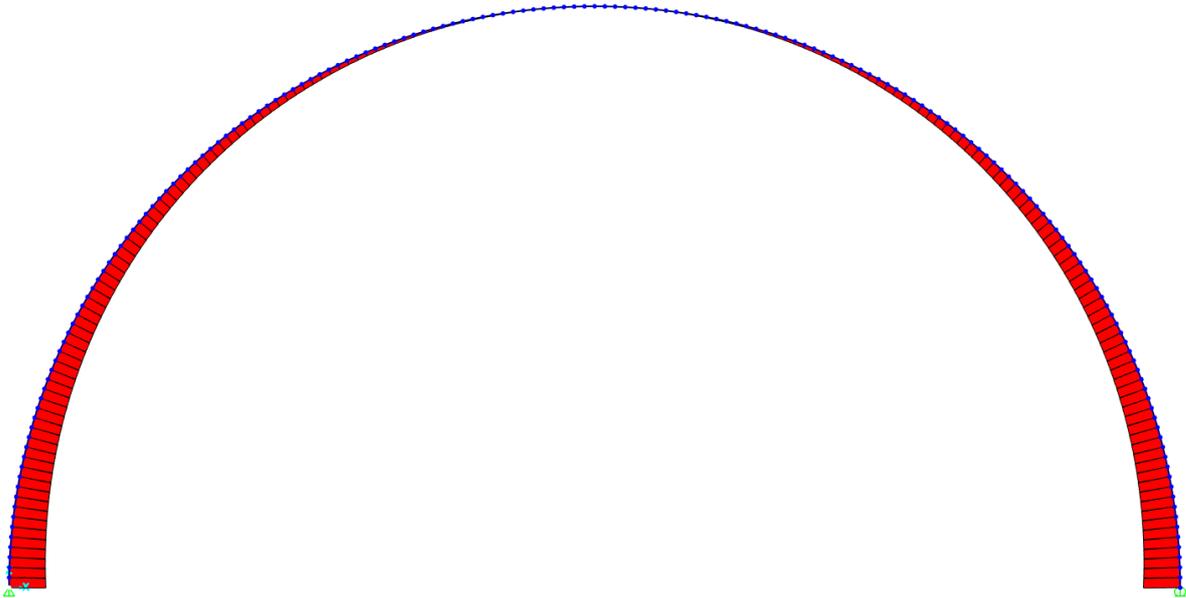
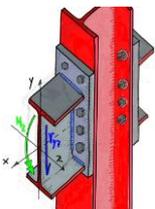


Diagrama de axiles



| RESUMEN CÁLCULOS [AXIL]                   |         |            |           |          |                     |        |           |
|---|---------|------------|-----------|----------|---------------------|--------|-----------|
| TABLE: Element Forces - Frames [SAP 2000] |         |            |           |          | Cálculo tradicional |        | Variación |
| Frame                                     | Station | OutputCase | CaseType  | P        | $\Theta$            | N      | %         |
| Text                                      | m       | Text       | Text      | KN       | RAD                 | KN-m   |           |
| 19  | 0       | SC         | LinStatic | -1570,72 | $\pi/2$             | 1570,8 | 0,01      |
| 109                                       | 0       | SC         | LinStatic | 0,00     | 0                   | 0      | N/A       |
| 198                                       | 0,17453 | SC         | LinStatic | -1570,72 | 0                   | 1570,8 | 0,01      |



Pedro MARTINEZ & Sergio RODRIGUEZ  
[https://youtube.com/@canal\\_estructuras\\_sergio](https://youtube.com/@canal_estructuras_sergio)

