# ANEJO Nº 6. ESTRUCTURAS

# 4. Cálculos

# O.F. 2.1 - VIADUCTO DEL MANZANARES

# 2.- CÁLCULOS

ALVISA
PREFABRICACION LIGERA Y PESADA

# A.C.S.

*L.A.V. MADRID – ZARAGOZA – FRONTERA FRANCESA. SUBTRAMO 0:*

## VIADUCTO SOBRE EL MANZANARES

## (CÁLCULO PUENTE HIPERESTÁTICO)

# LISTADO DE MODELOS DE CÁLCULO

# CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 16 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **21.5** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 24.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 939 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 711 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 6.0 | 8.5 | 89 | |
| | Grava | 8.0 | 5.0 | 13.5 | 226 | |
| | Yeso | 10.0 | 2.0 | 15.5 | 113 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 2.0 | 17.5 | 68 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 7.25 | 24.8 | 410 | 1808 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 906 | 1808 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 453 | 603 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1056** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 17 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **19.5** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 22.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 889 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 673 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 2.0 | 4.5 | 21 | |
| | Arcilla blanda | 6.0 | 2.0 | 6.5 | 68 | |
| | Yeso | 10.0 | 7.0 | 13.5 | 396 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 2.0 | 15.5 | 68 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 7.25 | 22.8 | 410 | 1712 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 963 | 1712 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 481 | 571 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1052** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 1 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **21.00** | m |
| Diámetro pilote = | 2 | m |
| Área punta = | 3.14 | $m^2$ |
| Área fuste = | 6.28 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 3.0 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.5 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 24.5 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 6 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 853 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 4 | diámetros |
| Qp = | 853 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 3.5 | 6.0 | 0 | |
| | Grava | 8.0 | 3.0 | 9.0 | 151 | |
| | Yeso | 10.0 | 4.0 | 13.0 | 251 | |
| Inferior | Arcilla yesífera | 6.0 | 11.50 | 24.5 | 434 | 2678 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 836 | 2678 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 418 | 893 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1311** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 2 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **23.5** | m |
| Diámetro pilote = | 2 | m |
| Área punta = | 3.14 | $m^2$ |
| Área fuste = | 6.28 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 3.0 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.5 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 27.0 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 6 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 915 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 4 | diámetros |
| Qp = | 915 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 0.5 | 3.0 | 0 | |
| | Grava | 8.0 | 3.0 | 6.0 | 126 | |
| | Limo profundo | 1.5 | 1.5 | 7.5 | 14 | |
| | Arena | 3.0 | 2.0 | 9.5 | 38 | |
| Inferior | Arcilla yesífera | 6.0 | 17.5 | 27.0 | 660 | 2875 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 837 | 2875 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 419 | 958 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1377** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 3 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **22.5** | m |
| Diámetro pilote = | 2 | m |
| Área punta = | 3.14 | $m^2$ |
| Área fuste = | 6.28 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 3.0 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.5 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 26.0 | $t/m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 6 | $t/m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 890 | $t/m^2$ | si el empotramiento es al menos | 4 | diámetros |
| Qp = | 890 | $t/m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste ($t/m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 2.0 | 4.5 | 0 | |
| | Grava | 8.0 | 3.5 | 8.0 | 176 | |
| | Arena | 3.0 | 3.5 | 11.5 | 66 | |
| Inferior | Arcilla yesífera | 6.0 | 14.5 | 26.0 | 547 | 2796 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 789 | 2796 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 394 | 932 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1326** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 4 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **23.5** | m |
| Diámetro pilote = | 2 | m |
| Área punta = | 3.14 | $m^2$ |
| Área fuste = | 6.28 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 3.0 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.5 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 27.0 | $t/m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 6 | $t/m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 915 | $t/m^2$ | si el empotramiento es al menos | 4 | diámetros |
| Qp = | 915 | $t/m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste ($t/m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 0.5 | 3.0 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 7.0 | 10.0 | 123 | |
| Inferior | Arcilla yesífera | 6.0 | 17.0 | 27.0 | 641 | 2875 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 763 | 2875 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 382 | 958 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1340** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 5 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **23.5** | m |
| Diámetro pilote = | 2 | m |
| Área punta = | 3.14 | $m^2$ |
| Área fuste = | 6.28 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 3.0 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.5 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 27.0 | $t/m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 6 | $t/m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 915 | $t/m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 915 | $t/m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste ($t/m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 0.5 | 3.0 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 7.0 | 10.0 | 123 | |
| Inferior | Arcilla yesífera | 6.0 | 17.0 | 27.0 | 641 | 2875 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 763 | 2875 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 382 | 958 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1340** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 6 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **22.5** | m |
| Diámetro pilote = | 2 | m |
| Área punta = | 3.14 | $m^2$ |
| Área fuste = | 6.28 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 3.0 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.5 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 26.0 | $t/m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | $t/m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 970 | $t/m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 849 | $t/m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste ($t/m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 2.5 | 5.0 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 7.5 | 12.5 | 141 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 4.5 | 17.0 | 170 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 9.0 | 26.0 | 565 | 2666 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 877 | 2666 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 438 | 889 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1327** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 7 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **22.5** | m |
| Diámetro pilote = | 2 | m |
| Área punta = | 3.14 | $m^2$ |
| Área fuste = | 6.28 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 3.0 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.5 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 26.0 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 970 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 849 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 2.5 | 5.0 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 9.0 | 14.0 | 170 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 3.0 | 17.0 | 113 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 9.0 | 26.0 | 565 | 2666 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 848 | 2666 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 424 | 889 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1313** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 8 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **23.5** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.3 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 26.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 6 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 909 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 4 | diámetros |
| Qp = | 909 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 0.5 | 3.0 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 11.5 | 14.5 | 191 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 1.5 | 16.0 | 51 | |
| | Yeso | 8.0 | 3.0 | 19.0 | 136 | |
| Inferior | Arcilla yesífera | 6.0 | 7.75 | 26.8 | 263 | 2312 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 640 | 2312 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 320 | 771 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1091** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 11 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **19.0** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.3 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 22.3 | $t/m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | $t/m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 876 | $t/m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 846 | $t/m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste ($t/m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 4.5 | 7.0 | 64 | |
| | Limo profundo | 1.5 | 3.0 | 10.0 | 25 | |
| | Arena | 3.0 | 2.5 | 12.5 | 42 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 1.0 | 13.5 | 34 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 8.75 | 22.3 | 495 | 2152 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 660 | 2152 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 330 | 717 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1048** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 12 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **20.0** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 23.3 | $t/m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | $t/m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 901 | $t/m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 901 | $t/m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste ($t/m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 4.5 | 7.0 | 64 | |
| | Limo profundo | 1.5 | 2.0 | 9.0 | 17 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 2.0 | 11.0 | 68 | |
| | Rell. kárstico | 0.0 | 1.0 | 12.0 | 0 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 11.25 | 23.25 | 636 | 2293 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 785 | 2293 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 392 | 764 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1157** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 14 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **26.5** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 29.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 1064 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 879 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Limo superf. | 0.0 | 3.0 | 5.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 9.0 | 14.5 | 153 | |
| | Limo | 1.5 | 4.5 | 19.0 | 38 | |
| | Arcilla blanda | 6.0 | 3.0 | 22.0 | 102 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 7.75 | 29.8 | 438 | 2237 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 731 | 2237 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 365 | 746 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1111** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 15 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **21.5** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 24.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 939 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 841 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 10.0 | 12.5 | 157 | |
| | Yeso | 10.0 | 3.0 | 15.5 | 170 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 1.0 | 16.5 | 34 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 8.25 | 24.8 | 467 | 2140 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 827 | 2140 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 414 | 713 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1127** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 16 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **21.5** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 24.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 939 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 711 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 6.0 | 8.5 | 89 | |
| | Grava | 8.0 | 5.0 | 13.5 | 226 | |
| | Yeso | 10.0 | 2.0 | 15.5 | 113 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 2.0 | 17.5 | 68 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 7.25 | 24.8 | 410 | 1808 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 906 | 1808 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 453 | 603 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1056** | |

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

PILA 17 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **19.5** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 22.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 889 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 673 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arena | 3.0 | 2.0 | 4.5 | 21 | |
| | Arcilla blanda | 6.0 | 2.0 | 6.5 | 68 | |
| | Yeso | 10.0 | 7.0 | 13.5 | 396 | |
| | Arcilla yesífera | 6.0 | 2.0 | 15.5 | 68 | |
| Inferior | Yeso | 10.0 | 7.25 | 22.8 | 410 | 1712 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 963 | 1712 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 481 | 571 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1052** | |

# DIMENSIONAMIENTO PILAS

**Viaducto del Manzanares**
Esfuerzos mayorados de 2º orden en pilas

Obtenidos en varias secciones intermedias del fuste a partir de los esfuerzos en base y cabeza.
Se supone variación lineal (del lado de la seguridad)

| | | | | ESFUERZOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Pandeo Longitudinal | | | Pandeo Transversal | | |
| | | | | (t) | (mt) | (mt) | (t) | (mt) | (mt) |
| Pila | Fuste | Hip. | Sección | Nd | Md,L | Md,T,con | Nd | Md,L,con | Md,T |
| 2 | izq | 1 | Superior | 1625 | -439 | 0 | 1625 | -146 | 0 |
| 2 | izq | 1 | 3/4 | 1662 | -914 | 95 | 1662 | -583 | 187 |
| 2 | izq | 1 | Central | 1700 | -1389 | 190 | 1700 | -1021 | 374 |
| 2 | izq | 1 | 1/4 | 1737 | -1864 | 284 | 1737 | -1458 | 561 |
| 2 | izq | 1 | Inferior | 1774 | -2339 | 379 | 1774 | -1895 | 748 |
| 2 | izq | 2 | Superior | 1165 | -482 | 0 | 1165 | -241 | 0 |
| 2 | izq | 2 | 3/4 | 1202 | -965 | 74 | 1202 | -700 | 142 |
| 2 | izq | 2 | Central | 1240 | -1448 | 147 | 1240 | -1159 | 285 |
| 2 | izq | 2 | 1/4 | 1277 | -1931 | 221 | 1277 | -1618 | 427 |
| 2 | izq | 2 | Inferior | 1314 | -2413 | 294 | 1314 | -2077 | 570 |
| 2 | izq | 9 | Superior | 1613 | -435 | 0 | 1613 | -145 | 0 |
| 2 | izq | 9 | 3/4 | 1650 | -913 | 43 | 1650 | -585 | 123 |
| 2 | izq | 9 | Central | 1688 | -1391 | 85 | 1688 | -1025 | 245 |
| 2 | izq | 9 | 1/4 | 1725 | -1869 | 128 | 1725 | -1465 | 368 |
| 2 | izq | 9 | Inferior | 1762 | -2347 | 170 | 1762 | -1905 | 491 |
| 2 | izq | 10 | Superior | 1153 | -480 | 0 | 1153 | -241 | 0 |
| 2 | izq | 10 | 3/4 | 1190 | -965 | 29 | 1190 | -703 | 88 |
| 2 | izq | 10 | Central | 1228 | -1450 | 59 | 1228 | -1164 | 176 |
| 2 | izq | 10 | 1/4 | 1265 | -1936 | 88 | 1265 | -1626 | 264 |
| 2 | izq | 10 | Inferior | 1302 | -2421 | 117 | 1302 | -2087 | 351 |
| 2 | der | 1 | Superior | 1415 | -382 | 0 | 1415 | -127 | 0 |
| 2 | der | 1 | 3/4 | 1452 | -855 | 35 | 1452 | -566 | 106 |
| 2 | der | 1 | Central | 1490 | -1328 | 71 | 1490 | -1004 | 211 |
| 2 | der | 1 | 1/4 | 1527 | -1801 | 106 | 1527 | -1442 | 317 |
| 2 | der | 1 | Inferior | 1564 | -2275 | 141 | 1564 | -1880 | 422 |
| 2 | der | 2 | Superior | 1034 | -392 | 0 | 1034 | -183 | 0 |
| 2 | der | 2 | 3/4 | 1071 | -874 | 27 | 1071 | -642 | 80 |
| 2 | der | 2 | Central | 1109 | -1357 | 53 | 1109 | -1101 | 160 |
| 2 | der | 2 | 1/4 | 1146 | -1839 | 80 | 1146 | -1559 | 239 |
| 2 | der | 2 | Inferior | 1183 | -2322 | 106 | 1183 | -2018 | 319 |
| 2 | der | 10 | Superior | 1046 | -394 | 0 | 1046 | -183 | 0 |
| 2 | der | 10 | 3/4 | 1083 | -879 | 0 | 1083 | -644 | 0 |
| 2 | der | 10 | Central | 1121 | -1364 | 0 | 1121 | -1106 | 0 |
| 2 | der | 10 | 1/4 | 1158 | -1850 | 0 | 1158 | -1567 | 0 |
| 2 | der | 10 | Inferior | 1195 | -2335 | 0 | 1195 | -2028 | 0 |

**Viaducto del Manzanares**
Esfuerzos mayorados de 2º orden en pilas

Obtenidos en varias secciones intermedias del fuste a partir de los esfuerzos en base y cabeza.
Se supone variación lineal (del lado de la seguridad)

| | | | | ESFUERZOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Pandeo Longitudinal | | | Pandeo Transversal | | |
| | | | | (t) | (mt) | (mt) | (t) | (mt) | (mt) |
| Pila | Fuste | Hip. | Sección | Nd | Md,L | Md,T,con | Nd | Md,L,con | Md,T |
| 5 | izq | 2 | Superior | 1165 | -436 | 0 | 1165 | -241 | 0 |
| 5 | izq | 2 | 3/4 | 1199 | -866 | 66 | 1199 | -653 | 120 |
| 5 | izq | 2 | Central | 1234 | -1297 | 132 | 1234 | -1066 | 240 |
| 5 | izq | 2 | 1/4 | 1268 | -1727 | 198 | 1268 | -1478 | 361 |
| 5 | izq | 2 | Inferior | 1302 | -2158 | 264 | 1302 | -1890 | 481 |
| 5 | izq | 10 | Superior | 1153 | -434 | 0 | 1153 | -241 | 0 |
| 5 | izq | 10 | 3/4 | 1187 | -866 | 29 | 1187 | -655 | 76 |
| 5 | izq | 10 | Central | 1222 | -1299 | 58 | 1222 | -1070 | 152 |
| 5 | izq | 10 | 1/4 | 1256 | -1731 | 87 | 1256 | -1484 | 228 |
| 5 | izq | 10 | Inferior | 1290 | -2164 | 116 | 1290 | -1898 | 303 |
| 5 | der | 2 | Superior | 1034 | -351 | 0 | 1034 | -183 | 0 |
| 5 | der | 2 | 3/4 | 1068 | -782 | 26 | 1068 | -595 | 69 |
| 5 | der | 2 | Central | 1103 | -1212 | 53 | 1103 | -1007 | 138 |
| 5 | der | 2 | 1/4 | 1137 | -1642 | 79 | 1137 | -1419 | 207 |
| 5 | der | 2 | Inferior | 1171 | -2073 | 105 | 1171 | -1831 | 275 |

**Viaducto del Manzanares**
Esfuerzos mayorados de 2º orden en pilas

Obtenidos en varias secciones intermedias del fuste a partir de los esfuerzos en base y cabeza.
Se supone variación lineal (del lado de la seguridad)

| | | | | ESFUERZOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Pandeo Longitudinal | | | Pandeo Transversal | | |
| | | | | (t) | (mt) | (mt) | (t) | (mt) | (mt) |
| Pila | Fuste | Hip. | Sección | Nd | Md,L | Md,T,con | Nd | Md,L,con | Md,T |
| 12 | izq | 2 | Superior | 1165 | -241 | 0 | 1165 | -241 | 0 |
| 12 | izq | 2 | 3/4 | 1186 | -452 | 33 | 1186 | -452 | 33 |
| 12 | izq | 2 | Central | 1206 | -662 | 66 | 1206 | -662 | 66 |
| 12 | izq | 2 | 1/4 | 1227 | -873 | 99 | 1227 | -873 | 99 |
| 12 | izq | 2 | Inferior | 1247 | -1083 | 132 | 1247 | -1083 | 132 |
| 12 | der | 2 | Superior | 1034 | -183 | 0 | 1034 | -183 | 0 |
| 12 | der | 2 | 3/4 | 1055 | -393 | 25 | 1055 | -393 | 25 |
| 12 | der | 2 | Central | 1075 | -604 | 50 | 1075 | -604 | 50 |
| 12 | der | 2 | 1/4 | 1096 | -814 | 75 | 1096 | -814 | 75 |
| 12 | der | 2 | Inferior | 1116 | -1024 | 100 | 1116 | -1024 | 100 |

Pilas - Obtención de esfuerzos mayorados de 2º orden

Viaducto del Manzanares

| Recu. | Radio Giro | | Inercias | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D.long | D.trans | Mec. | long | transv | long | transv | | |
| (m) | (m) | (cm) | (m) | (m) | (m⁴) | (m⁴) | (m²) | |
| d,L | d,T | r | i,L | i,T | I,L | I,T | Area | Armado |
| 1,80 | 1,80 | 5,0 | 0,52 | 0,52 | 0,87 | 0,87 | 3,24 | 1,00 |

| MATERIALES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (kp/cm²) | | (kp/cm²) | (kp/cm²) | | (kp/cm²) |
| fck | γc | Ec | fyk | γs | Es |
| 300 | 1,5 | 329090 | 5100 | 1,15 | 2,1E+06 |

| Coefici. | |
|---|---|
| Factor | Fluencia |
| ε | ψ |
| 0,004 | 2,50 |

| Pila | Fuste | Hip. | Sección | Altura Pila | Longitudes Pandeo | | Esbelt mec. | | ELS | Factor Armado | Esfuerzos Mayorados (1er orden) | | | Pandeo Longitudinal | | | Pandeo Transversal | | | ESFUERZOS RESULTANTES (2º ORDEN) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Long | Trans | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | (m) | (m) | | | | (t) | β | (t) | (mt) | (mt) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (t) | (mt) | (mt) | (m) | (m) | (m) |
| | | | | | L p,L | L p,T | λ L | λ Tr | Nsg,k | | Nd | Md,L0 | Md,T0 | e0 | ea | eL,total | e0 | ea | eT,total | Nd | Md,L | Md,T,con | e0 | ea | eL,total |
| 2 | izq | 1 | Superior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | 1,00 | 1625 | -60 | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1625 | -439 | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 2 | izq | 1 | Inferior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1774 | -1895 | 379 | 1,07 | 0,25 | 1,32 | 0,21 | 0,21 | 0,42 | 1774 | -2339 | 379 | 1,07 | 0,25 | 1,32 |
| 2 | izq | 2 | Superior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1165 | -241 | 0 | 0,21 | 0,21 | 0,41 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1165 | -482 | 0 | 0,21 | 0,21 | 0,41 |
| 2 | izq | 2 | Inferior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1314 | -2077 | 294 | 1,58 | 0,26 | 1,84 | 0,22 | 0,21 | 0,43 | 1314 | -2413 | 294 | 1,58 | 0,26 | 1,84 |
| 2 | izq | 9 | Superior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1613 | -60 | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1613 | -435 | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 2 | izq | 9 | Inferior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1762 | -1905 | 170 | 1,08 | 0,25 | 1,33 | 0,10 | 0,18 | 0,28 | 1762 | -2347 | 170 | 1,08 | 0,25 | 1,33 |
| 2 | izq | 10 | Superior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1153 | -241 | 0 | 0,21 | 0,21 | 0,42 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1153 | -460 | 0 | 0,21 | 0,21 | 0,42 |
| 2 | izq | 10 | Inferior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1302 | -2087 | 117 | 1,60 | 0,26 | 1,86 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1302 | -2421 | 117 | 1,60 | 0,26 | 1,86 |
| 2 | der | 1 | Superior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1415 | -45 | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1415 | -382 | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 2 | der | 1 | Inferior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1564 | -1880 | 141 | 1,20 | 0,25 | 1,45 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1564 | -2275 | 141 | 1,20 | 0,25 | 1,45 |
| 2 | der | 2 | Superior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1034 | -183 | 0 | 0,18 | 0,20 | 0,38 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1034 | -392 | 0 | 0,18 | 0,20 | 0,38 |
| 2 | der | 2 | Inferior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1183 | -2018 | 106 | 1,71 | 0,26 | 1,96 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1183 | -2322 | 106 | 1,71 | 0,26 | 1,96 |
| 2 | der | 10 | Superior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1046 | -183 | 0 | 0,17 | 0,20 | 0,38 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1046 | -394 | 0 | 0,17 | 0,20 | 0,38 |
| 2 | der | 10 | Inferior | 11,30 | 22,60 | 22,60 | 44 | 44 | | | 1195 | -2028 | 0 | 1,70 | 0,26 | 1,95 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 1195 | -2335 | 0 | 1,70 | 0,26 | 1,95 |
| 5 | izq | 2 | Superior | 10,15 | 20,30 | 20,30 | 39 | 39 | | | 1165 | -241 | 0 | 0,21 | 0,17 | 0,37 | 0,09 | 0,15 | 0,24 | 1165 | -436 | 0 | 0,21 | 0,17 | 0,37 |
| 5 | izq | 2 | Inferior | 10,15 | 20,30 | 20,30 | 39 | 39 | | | 1302 | -1890 | 264 | 1,45 | 0,21 | 1,66 | 0,20 | 0,17 | 0,37 | 1302 | -2158 | 264 | 1,45 | 0,21 | 1,66 |
| 5 | izq | 10 | Superior | 10,15 | 20,30 | 20,30 | 39 | 39 | | | 1153 | -241 | 0 | 0,21 | 0,17 | 0,38 | 0,09 | 0,15 | 0,24 | 1153 | -434 | 0 | 0,21 | 0,17 | 0,38 |
| 5 | izq | 10 | Inferior | 10,15 | 20,30 | 20,30 | 39 | 39 | | | 1290 | -1898 | 76 | 1,47 | 0,21 | 1,68 | 0,09 | 0,15 | 0,24 | 1290 | -2164 | 116 | 1,47 | 0,21 | 1,68 |
| 5 | der | 2 | Superior | 10,15 | 20,30 | 20,30 | 39 | 39 | | | 1034 | -183 | 0 | 0,18 | 0,16 | 0,34 | 0,09 | 0,15 | 0,24 | 1034 | -351 | 0 | 0,18 | 0,16 | 0,34 |
| 5 | der | 2 | Inferior | 10,15 | 20,30 | 20,30 | 39 | 39 | | | 1171 | -1831 | 8 | 1,56 | 0,21 | 1,77 | 0,09 | 0,15 | 0,24 | 1171 | -2073 | 105 | 1,56 | 0,21 | 1,77 |
| 12 | izq | 2 | Superior | 5,18 | 10,36 | 10,36 | 20 | 20 | | | 1165 | -241 | 0 | 0,21 | Esb.<35 | 0,21 | 0,09 | Esb.<35 | 0,09 | 1165 | -241 | 0 | 0,21 | Esb.<35 | 0,21 |
| 12 | izq | 2 | Inferior | 5,18 | 10,36 | 10,36 | 20 | 20 | | | 1247 | -1083 | 132 | 0,87 | Esb.<35 | 0,87 | 0,11 | Esb.<35 | 0,11 | 1247 | -1083 | 132 | 0,87 | Esb.<35 | 0,87 |
| 12 | der | 2 | Superior | 5,18 | 10,36 | 10,36 | 20 | 20 | | | 1034 | -183 | 0 | 0,18 | Esb.<35 | 0,18 | 0,09 | Esb.<35 | 0,09 | 1034 | -183 | 0 | 0,18 | Esb.<35 | 0,18 |
| 12 | der | 2 | Inferior | 5,18 | 10,36 | 10,36 | 20 | 20 | | | 1116 | -1024 | 100 | 0,92 | Esb.<35 | 0,92 | 0,09 | Esb.<35 | 0,09 | 1116 | -1024 | 100 | 0,92 | Esb.<35 | 0,92 |

| Pandeo Transversal | | | |
|---|---|---|---|
| (m) | (m) | (m) | |
| eT,total | e0 | ea | eT,total |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,42 | 0,21 | 0,21 | 0,42 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,43 | 0,21 | 0,22 | 0,43 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,28 | 0,10 | 0,18 | 0,28 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,27 | 0,09 | 0,18 | 0,27 |
| 0,24 | 0,09 | 0,15 | 0,24 |
| 0,37 | 0,20 | 0,17 | 0,37 |
| 0,24 | 0,09 | 0,15 | 0,24 |
| 0,24 | 0,09 | 0,15 | 0,24 |
| 0,24 | 0,09 | 0,15 | 0,24 |
| 0,09 | Esb.<35 | 0,09 | 0,11 |
| 0,11 | Esb.<35 | 0,09 | 0,11 |
| 0,09 | Esb.<35 | 0,09 | 0,09 |
| 0,09 | Esb.<35 | 0,09 | 0,09 |

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:01:07

## Características mecánicas de las secciones

### 1 Datos

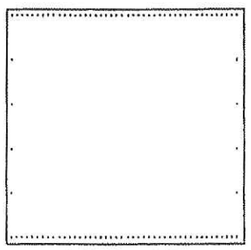
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-44FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 44
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



### 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.570 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 1.0972 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9709 |
| ix [m] | 0.52 | 0.55 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x´g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y´g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.3428 |
| Mfis [kN·m] | 3531.1 |
| y´fis [m] | 0.42 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 9:48:41

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

## 1 Datos

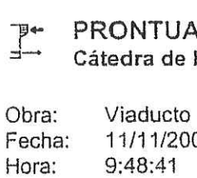
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-44FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 44
nº barras verticales = 6

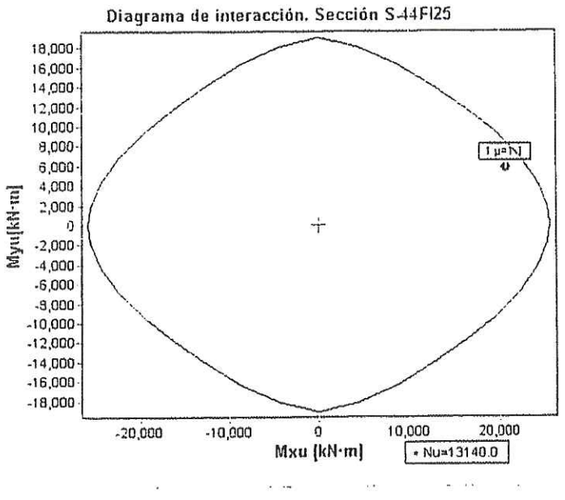


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| -13140.0 | 25628.4 | -0.0 | 0.57 | 6.2 | 0.0 |
| -13140.0 | 25287.7 | 1872.7 | 0.75 | 4.7 | 10.0 |
| -13140.0 | 24194.4 | 4242.8 | 0.94 | 3.7 | 20.0 |
| -13140.0 | 22334.8 | 6749.3 | 1.08 | 3.2 | 30.0 |
| -13140.0 | 19391.7 | 9441.5 | 1.14 | 3.1 | 40.0 |
| -13140.0 | 16167.9 | 11857.1 | 1.15 | 3.0 | 50.0 |
| -13140.0 | 12534.4 | 14202.0 | 1.10 | 3.2 | 60.0 |
| -13140.0 | 8459.3 | 16447.6 | 1.00 | 3.5 | 70.0 |
| -13140.0 | 4210.1 | 18175.3 | 0.87 | 4.0 | 80.0 |
| -13140.0 | 0.0 | 19083.4 | 0.70 | 5.0 | 90.0 |
| -13140.0 | -4209.9 | 18175.3 | 0.87 | 4.0 | 100.0 |
| -13140.0 | -8459.2 | 16447.6 | 1.00 | 3.5 | 110.0 |
| -13140.0 | -12534.4 | 14202.0 | 1.10 | 3.2 | 120.0 |
| -13140.0 | -16167.6 | 11857.4 | 1.15 | 3.0 | 130.0 |
| -13140.0 | -19391.7 | 9441.5 | 1.14 | 3.1 | 140.0 |
| -13140.0 | -22334.8 | 6749.3 | 1.08 | 3.2 | 150.0 |
| -13140.0 | -24194.4 | 4242.8 | 0.94 | 3.7 | 160.0 |
| -13140.0 | -25287.7 | 1872.7 | 0.75 | 4.7 | 170.0 |
| -13140.0 | -25628.4 | -0.0 | 0.57 | 6.2 | 180.0 |
| -13140.0 | -25287.7 | -1872.7 | 0.75 | 4.7 | 190.0 |
| -13140.0 | -24194.3 | -4243.0 | 0.94 | 3.7 | 200.0 |
| -13140.0 | -22334.8 | -6749.3 | 1.08 | 3.2 | 210.0 |
| -13140.0 | -19391.5 | -9441.7 | 1.14 | 3.1 | 220.0 |
| -13140.0 | -16167.6 | -11857.4 | 1.15 | 3.0 | 230.0 |
| -13140.0 | -12534.4 | -14202.0 | 1.10 | 3.2 | 240.0 |
| -13140.0 | -8459.2 | -16447.6 | 1.00 | 3.5 | 250.0 |
| -13140.0 | -4209.9 | -18175.3 | 0.87 | 4.0 | 260.0 |
| -13140.0 | 0.0 | -19083.4 | 0.70 | 5.0 | 270.0 |
| -13140.0 | 4210.1 | -18175.3 | 0.87 | 4.0 | 280.0 |
| -13140.0 | 8459.3 | -16447.6 | 1.00 | 3.5 | 290.0 |
| -13140.0 | 12534.4 | -14202.0 | 1.10 | 3.2 | 300.0 |
| -13140.0 | 16167.9 | -11857.1 | 1.15 | 3.0 | 310.0 |
| -13140.0 | 19391.5 | -9441.7 | 1.14 | 3.1 | 320.0 |
| -13140.0 | 22334.8 | -6749.3 | 1.08 | 3.2 | 330.0 |
| -13140.0 | 24194.3 | -4243.0 | 0.94 | 3.7 | 340.0 |
| -13140.0 | 25287.7 | -1872.7 | 0.75 | 4.7 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 20770 | 5700 | 1.09 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pila
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:00:43

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-44FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 44
nº barras verticales = 6

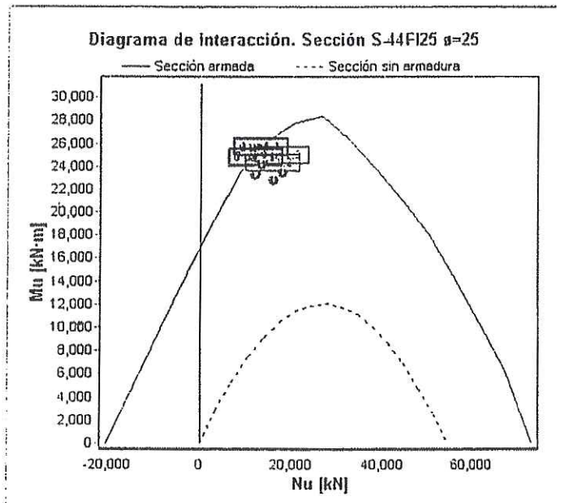


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 20488.6 | 0.0 |
| -0.102 | 5.4 | 14634.5 | 4976.0 |
| 0.102 | 6.1 | 8780.4 | 9936.5 |
| 0.212 | 6.5 | 2926.2 | 14771.9 |
| 0.301 | 6.9 | -2927.9 | 19403.8 |
| 0.417 | 7.5 | -8782.0 | 23520.1 |
| 0.621 | 5.6 | -14636.2 | 26223.2 |
| 0.835 | 4.2 | -20490.3 | 27839.8 |
| 1.049 | 3.3 | -26344.4 | 28383.8 |
| 1.187 | 2.9 | -32198.6 | 26345.1 |
| 1.323 | 2.6 | -38052.7 | 23867.9 |
| 1.471 | 2.4 | -43906.8 | 21154.9 |
| 1.631 | 2.1 | -49761.0 | 18087.8 |
| 1.800 | 1.9 | -55615.1 | 14549.5 |
| 2.081 | 1.5 | -61469.2 | 10436.5 |
| 2.739 | 1.0 | -67323.4 | 6244.0 |
| 9999.000 | 0.3 | -73177.5 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 17740 | 23390 | 1.20 |
| 2 | 13140 | 24130 | 1.08 |
| 3 | 17620 | 23470 | 1.19 |
| 4 | 13020 | 24210 | 1.08 |
| 5 | 15640 | 22750 | 1.22 |
| 6 | 11830 | 23220 | 1.11 |
| 7 | 11950 | 23350 | 1.11 |



Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:12:00

## Características mecánicas de las secciones

## 1 Datos

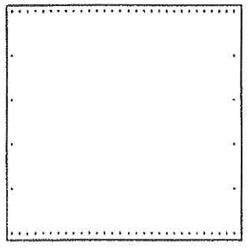
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-30FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 30
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



## 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.474 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 1.0277 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9477 |
| ix [m] | 0.52 | 0.54 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x'g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y'g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.2489 |
| Mfis [kN·m] | 3307.4 |
| y'fis [m] | 0.37 |



Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 9:58:57

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

## 1 Datos

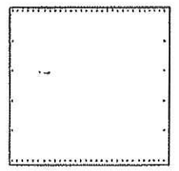
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-30FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 30
nº barras verticales = 6

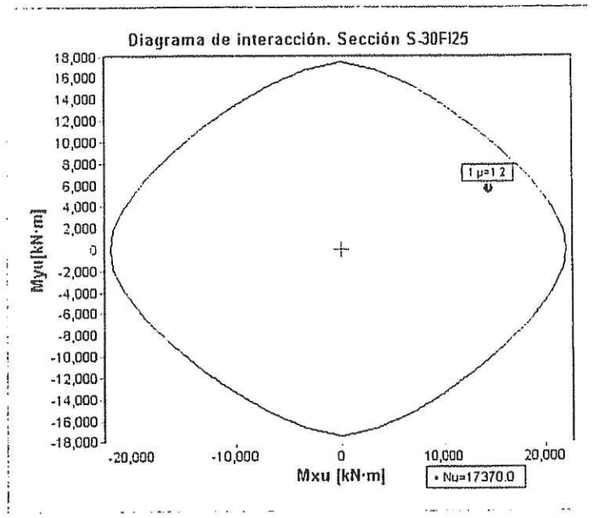


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -17370.0 | 22023.3 | -0.0 | 0.72 | 4.9 | 0.0 |
| -17370.0 | 21726.2 | 1768.8 | 0.90 | 3.9 | 10.0 |
| -17370.0 | 20735.1 | 3937.7 | 1.06 | 3.3 | 20.0 |
| -17370.0 | 18621.1 | 6520.3 | 1.18 | 3.0 | 30.0 |
| -17370.0 | 16001.7 | 9051.4 | 1.24 | 2.8 | 40.0 |
| -17370.0 | 13109.0 | 11395.5 | 1.24 | 2.8 | 50.0 |
| -17370.0 | 10017.2 | 13479.5 | 1.18 | 3.0 | 60.0 |
| -17370.0 | 6736.0 | 15319.7 | 1.08 | 3.2 | 70.0 |
| -17370.0 | 3311.5 | 16753.0 | 0.94 | 3.7 | 80.0 |
| -17370.0 | 0.0 | 17486.3 | 0.78 | 4.5 | 90.0 |
| -17370.0 | -3311.4 | 16753.0 | 0.94 | 3.7 | 100.0 |
| -17370.0 | -6735.9 | 15319.7 | 1.08 | 3.2 | 110.0 |
| -17370.0 | -10016.8 | 13479.8 | 1.18 | 3.0 | 120.0 |
| -17370.0 | -13108.8 | 11395.6 | 1.24 | 2.8 | 130.0 |
| -17370.0 | -16001.7 | 9051.4 | 1.24 | 2.8 | 140.0 |
| -17370.0 | -18621.1 | 6520.3 | 1.18 | 3.0 | 150.0 |
| -17370.0 | -20735.1 | 3937.7 | 1.06 | 3.3 | 160.0 |
| -17370.0 | -21726.2 | 1768.8 | 0.90 | 3.9 | 170.0 |
| -17370.0 | -22023.3 | -0.0 | 0.72 | 4.9 | 180.0 |
| -17370.0 | -21726.2 | -1768.9 | 0.90 | 3.9 | 190.0 |
| -17370.0 | -20735.0 | -3938.0 | 1.06 | 3.3 | 200.0 |
| -17370.0 | -18621.0 | -6520.5 | 1.18 | 3.0 | 210.0 |
| -17370.0 | -16001.7 | -9051.4 | 1.24 | 2.8 | 220.0 |
| -17370.0 | -13108.8 | -11395.6 | 1.24 | 2.8 | 230.0 |
| -17370.0 | -10016.8 | -13479.8 | 1.18 | 3.0 | 240.0 |
| -17370.0 | -6735.9 | -15319.7 | 1.08 | 3.2 | 250.0 |
| -17370.0 | -3311.4 | -16753.0 | 0.94 | 3.7 | 260.0 |
| -17370.0 | 0.0 | -17486.3 | 0.78 | 4.5 | 270.0 |
| -17370.0 | 3311.5 | -16753.0 | 0.94 | 3.7 | 280.0 |
| -17370.0 | 6736.0 | -15319.7 | 1.08 | 3.2 | 290.0 |
| -17370.0 | 10017.2 | -13479.5 | 1.18 | 3.0 | 300.0 |
| -17370.0 | 13109.0 | -11395.5 | 1.24 | 2.8 | 310.0 |
| -17370.0 | 16001.7 | -9051.4 | 1.24 | 2.8 | 320.0 |
| -17370.0 | 18621.0 | -6520.5 | 1.18 | 3.0 | 330.0 |
| -17370.0 | 20735.0 | -3938.0 | 1.06 | 3.3 | 340.0 |
| -17370.0 | 21726.2 | -1768.9 | 0.90 | 3.9 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 14580 | 5610 | 1.24 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 9:59:36

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

## 1 Datos

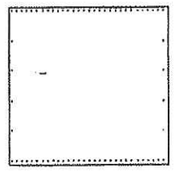
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-30FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 30
nº barras verticales = 6

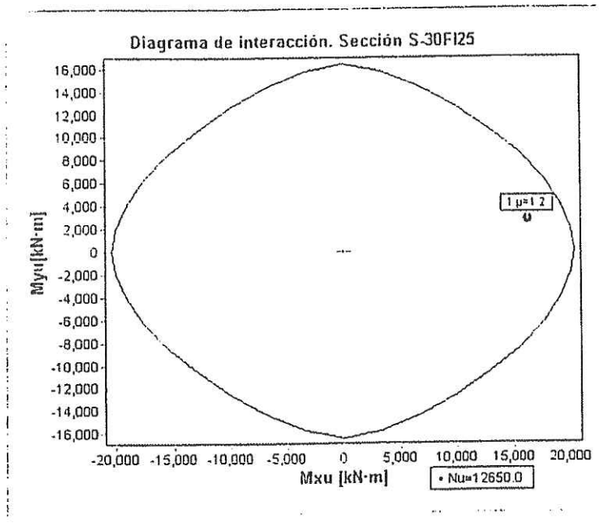


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -12650.0 | 20341.1 | -0.0 | 0.55 | 6.4 | 0.0 |
| -12650.0 | 20017.3 | 1850.5 | 0.73 | 4.8 | 10.0 |
| -12650.0 | 19070.1 | 4055.7 | 0.91 | 3.8 | 20.0 |
| -12650.0 | 17637.5 | 6258.0 | 1.05 | 3.3 | 30.0 |
| -12650.0 | 15379.5 | 8552.5 | 1.11 | 3.1 | 40.0 |
| -12650.0 | 12860.1 | 10594.4 | 1.12 | 3.1 | 50.0 |
| -12650.0 | 9948.5 | 12568.2 | 1.07 | 3.3 | 60.0 |
| -12650.0 | 6674.7 | 14404.1 | 0.97 | 3.6 | 70.0 |
| -12650.0 | 3312.7 | 15745.3 | 0.82 | 4.2 | 80.0 |
| -12650.0 | 0.0 | 16416.3 | 0.66 | 5.3 | 90.0 |
| -12650.0 | -3312.6 | 15745.3 | 0.82 | 4.2 | 100.0 |
| -12650.0 | -6674.5 | 14404.2 | 0.97 | 3.6 | 110.0 |
| -12650.0 | -9948.4 | 12568.3 | 1.07 | 3.3 | 120.0 |
| -12650.0 | -12860.0 | 10594.5 | 1.12 | 3.1 | 130.0 |
| -12650.0 | -15379.5 | 8552.5 | 1.11 | 3.1 | 140.0 |
| -12650.0 | -17637.5 | 6258.0 | 1.05 | 3.3 | 150.0 |
| -12650.0 | -19070.1 | 4055.7 | 0.91 | 3.8 | 160.0 |
| -12650.0 | -20017.3 | 1850.5 | 0.73 | 4.8 | 170.0 |
| -12650.0 | -20341.1 | -0.0 | 0.55 | 6.4 | 180.0 |
| -12650.0 | -20017.3 | -1850.6 | 0.73 | 4.8 | 190.0 |
| -12650.0 | -19070.0 | -4055.7 | 0.91 | 3.8 | 200.0 |
| -12650.0 | -17637.3 | -6258.3 | 1.05 | 3.3 | 210.0 |
| -12650.0 | -15379.4 | -8552.5 | 1.11 | 3.1 | 220.0 |
| -12650.0 | -12860.0 | -10594.5 | 1.12 | 3.1 | 230.0 |
| -12650.0 | -9948.4 | -12568.3 | 1.07 | 3.3 | 240.0 |
| -12650.0 | -6674.5 | -14404.2 | 0.97 | 3.6 | 250.0 |
| -12650.0 | -3312.6 | -15745.3 | 0.82 | 4.2 | 260.0 |
| -12650.0 | 0.0 | -16416.3 | 0.66 | 5.3 | 270.0 |
| -12650.0 | 3312.7 | -15745.3 | 0.82 | 4.2 | 280.0 |
| -12650.0 | 6674.7 | -14404.1 | 0.97 | 3.6 | 290.0 |
| -12650.0 | 9948.5 | -12568.2 | 1.07 | 3.3 | 300.0 |
| -12650.0 | 12860.1 | -10594.4 | 1.12 | 3.1 | 310.0 |
| -12650.0 | 15379.4 | -8552.5 | 1.11 | 3.1 | 320.0 |
| -12650.0 | 17637.3 | -6258.3 | 1.05 | 3.3 | 330.0 |
| -12650.0 | 19070.0 | -4055.7 | 0.91 | 3.8 | 340.0 |
| -12650.0 | 20017.3 | -1850.6 | 0.73 | 4.8 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 16260 | 2640 | 1.20 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pila
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:11:50

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

### 1 Datos

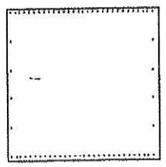
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-30FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 30
nº barras verticales = 6

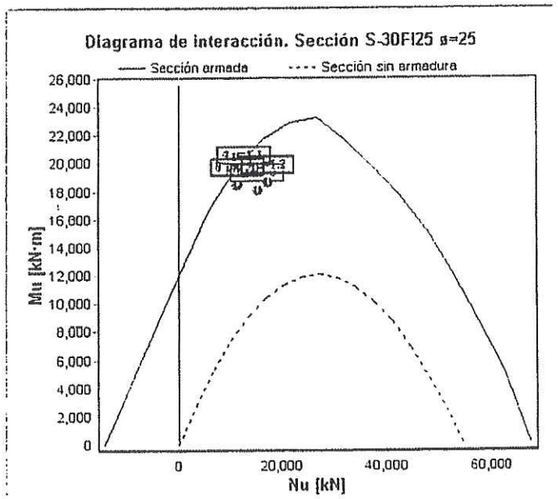


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 14512.8 | 0.0 |
| -0.026 | 5.6 | 9372.1 | 4369.6 |
| 0.152 | 6.3 | 4231.5 | 8687.7 |
| 0.255 | 6.7 | -909.2 | 12819.2 |
| 0.344 | 7.1 | -6049.8 | 16715.0 |
| 0.494 | 7.1 | -11190.4 | 19686.1 |
| 0.683 | 5.1 | -16331.1 | 21723.1 |
| 0.871 | 4.0 | -21471.7 | 22936.5 |
| 1.059 | 3.3 | -26612.4 | 23305.4 |
| 1.193 | 2.9 | -31753.0 | 21775.6 |
| 1.330 | 2.6 | -36893.7 | 19900.7 |
| 1.477 | 2.4 | -42034.3 | 17748.1 |
| 1.632 | 2.1 | -47175.0 | 15222.1 |
| 1.794 | 2.0 | -52315.6 | 12236.3 |
| 2.057 | 1.6 | -57456.3 | 8715.4 |
| 2.664 | 1.1 | -62596.9 | 5131.3 |
| 9999.000 | 0.3 | -67737.6 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 17370 | 18640 | 1.23 |
| 2 | 12770 | 19310 | 1.10 |
| 3 | 17250 | 18690 | 1.23 |
| 4 | 12650 | 19360 | 1.10 |
| 5 | 15270 | 18010 | 1.26 |
| 6 | 11460 | 18390 | 1.12 |
| 7 | 11580 | 18500 | 1.12 |



Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:15:31

## Características mecánicas de las secciones

## 1 Datos

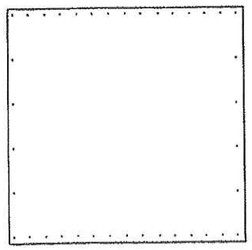
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-15FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 15
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



## 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.371 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 0.9532 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9230 |
| ix [m] | 0.52 | 0.53 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x´g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y´g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.1416 |
| Mfis [kN·m] | 3067.8 |
| y´fis [m] | 0.30 |



Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:14:09

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

## 1 Datos

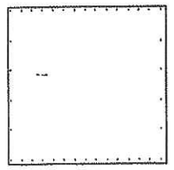
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-15FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 15
nº barras verticales = 6

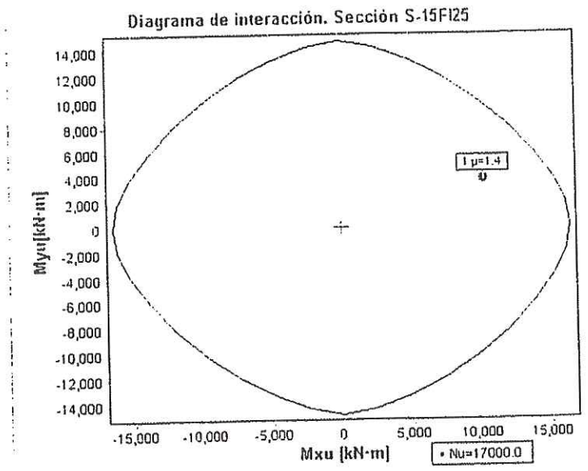


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -17000.0 | 16477.1 | -0.0 | 0.71 | 5.0 | 0.0 |
| -17000.0 | 16183.3 | 1767.2 | 0.89 | 4.0 | 10.0 |
| -17000.0 | 15361.7 | 3776.0 | 1.04 | 3.4 | 20.0 |
| -17000.0 | 13849.9 | 5984.2 | 1.16 | 3.0 | 30.0 |
| -17000.0 | 11916.3 | 8166.9 | 1.22 | 2.9 | 40.0 |
| -17000.0 | 9711.8 | 10164.2 | 1.22 | 2.9 | 50.0 |
| -17000.0 | 7319.9 | 11911.7 | 1.16 | 3.0 | 60.0 |
| -17000.0 | 4830.4 | 13355.5 | 1.05 | 3.3 | 70.0 |
| -17000.0 | 2347.6 | 14360.7 | 0.91 | 3.9 | 80.0 |
| -17000.0 | 0.0 | 14827.0 | 0.73 | 4.8 | 90.0 |
| -17000.0 | -2347.5 | 14360.7 | 0.91 | 3.9 | 100.0 |
| -17000.0 | -4830.3 | 13355.5 | 1.05 | 3.3 | 110.0 |
| -17000.0 | -7319.7 | 11911.9 | 1.16 | 3.0 | 120.0 |
| -17000.0 | -9711.8 | 10164.2 | 1.22 | 2.9 | 130.0 |
| -17000.0 | -11916.3 | 8166.9 | 1.22 | 2.9 | 140.0 |
| -17000.0 | -13849.9 | 5984.2 | 1.16 | 3.0 | 150.0 |
| -17000.0 | -15361.7 | 3776.0 | 1.04 | 3.4 | 160.0 |
| -17000.0 | -16183.3 | 1767.2 | 0.89 | 4.0 | 170.0 |
| -17000.0 | -16477.1 | -0.0 | 0.71 | 5.0 | 180.0 |
| -17000.0 | -16183.3 | -1767.5 | 0.89 | 4.0 | 190.0 |
| -17000.0 | -15361.6 | -3776.3 | 1.04 | 3.4 | 200.0 |
| -17000.0 | -13849.7 | -5984.5 | 1.16 | 3.0 | 210.0 |
| -17000.0 | -11915.9 | -8167.3 | 1.22 | 2.9 | 220.0 |
| -17000.0 | -9711.8 | -10164.2 | 1.22 | 2.9 | 230.0 |
| -17000.0 | -7319.7 | -11911.9 | 1.16 | 3.0 | 240.0 |
| -17000.0 | -4830.3 | -13355.5 | 1.05 | 3.3 | 250.0 |
| -17000.0 | -2347.5 | -14360.7 | 0.91 | 3.9 | 260.0 |
| -17000.0 | 0.0 | -14827.0 | 0.73 | 4.8 | 270.0 |
| -17000.0 | 2347.6 | -14360.7 | 0.91 | 3.9 | 280.0 |
| -17000.0 | 4830.4 | -13355.5 | 1.05 | 3.3 | 290.0 |
| -17000.0 | 7319.9 | -11911.7 | 1.16 | 3.0 | 300.0 |
| -17000.0 | 9711.8 | -10164.2 | 1.22 | 2.9 | 310.0 |
| -17000.0 | 11915.9 | -8167.3 | 1.22 | 2.9 | 320.0 |
| -17000.0 | 13849.7 | -5984.5 | 1.16 | 3.0 | 330.0 |
| -17000.0 | 15361.6 | -3776.3 | 1.04 | 3.4 | 340.0 |
| -17000.0 | 16183.3 | -1767.5 | 0.89 | 4.0 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 10210 | 3740 | 1.41 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pila
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:15:25

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

## 1 Datos

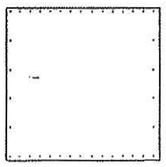
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-15FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 15
nº barras verticales = 6

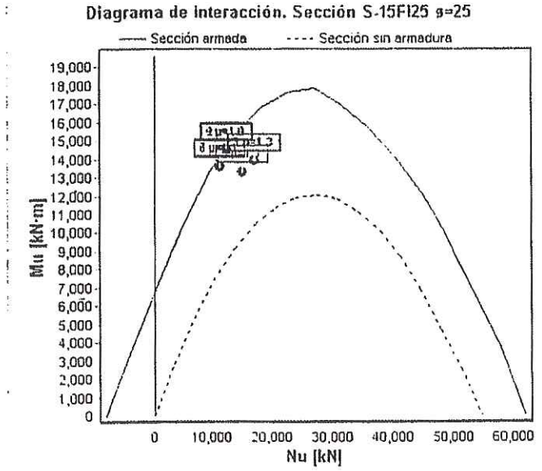


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 8110.1 | 0.0 |
| 0.093 | 6.0 | 3733.9 | 3707.5 |
| 0.221 | 6.5 | -642.3 | 7259.7 |
| 0.319 | 7.0 | -5018.5 | 10556.4 |
| 0.435 | 7.6 | -9394.7 | 13343.4 |
| 0.588 | 5.9 | -13770.9 | 15364.9 |
| 0.749 | 4.7 | -18147.1 | 16788.3 |
| 0.909 | 3.8 | -22523.3 | 17624.6 |
| 1.070 | 3.3 | -26899.5 | 17862.0 |
| 1.203 | 2.9 | -31275.7 | 16931.1 |
| 1.341 | 2.6 | -35651.9 | 15692.1 |
| 1.485 | 2.4 | -40028.1 | 14120.3 |
| 1.634 | 2.1 | -44404.3 | 12155.5 |
| 1.787 | 2.0 | -48780.5 | 9748.8 |
| 2.026 | 1.6 | -53156.7 | 6855.7 |
| 2.567 | 1.1 | -57532.9 | 3917.2 |
| 9999.000 | 0.3 | -61909.1 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 17000 | 13890 | 1.26 |
| 2 | 12400 | 14480 | 1.04 |
| 3 | 16880 | 13910 | 1.26 |
| 4 | 12280 | 14500 | 1.04 |
| 5 | 14900 | 13280 | 1.29 |
| 6 | 11090 | 13570 | 1.09 |
| 7 | 11210 | 13640 | 1.09 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:20:23

## Características mecánicas de las secciones

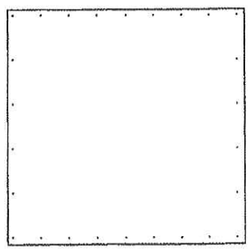
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-9FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 9
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



### 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.329 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 0.9234 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9133 |
| ix [m] | 0.52 | 0.53 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x'g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y'g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.0958 |
| Mfis [kN·m] | 2971.9 |
| y'fis [m] | 0.25 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:18:59

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

### 1 Datos

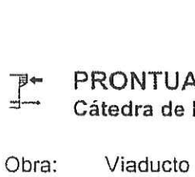
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-9FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 9
nº barras verticales = 6

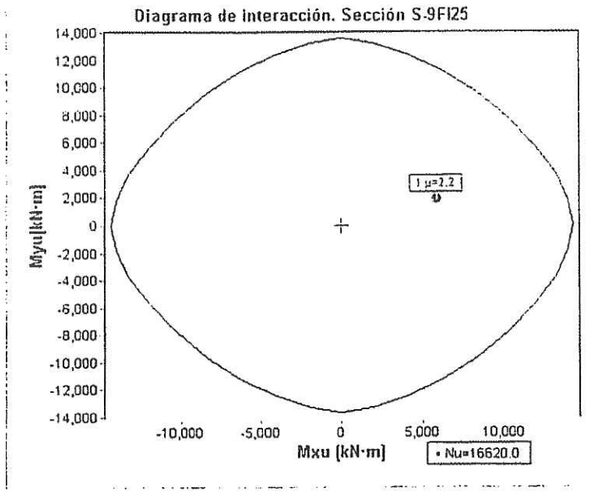


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -16620.0 | 14190.0 | -0.0 | 0.69 | 5.0 | 0.0 |
| -16620.0 | 13899.2 | 1766.5 | 0.87 | 4.0 | 10.0 |
| -16620.0 | 13140.5 | 3714.1 | 1.03 | 3.4 | 20.0 |
| -16620.0 | 11866.0 | 5770.4 | 1.14 | 3.1 | 30.0 |
| -16620.0 | 10218.8 | 7796.6 | 1.21 | 2.9 | 40.0 |
| -16620.0 | 8318.9 | 9624.0 | 1.21 | 2.9 | 50.0 |
| -16620.0 | 6230.1 | 11214.1 | 1.14 | 3.1 | 60.0 |
| -16620.0 | 4059.9 | 12478.6 | 1.03 | 3.4 | 70.0 |
| -16620.0 | 1968.6 | 13293.9 | 0.88 | 4.0 | 80.0 |
| -16620.0 | 0.0 | 13660.1 | 0.70 | 5.0 | 90.0 |
| -16620.0 | -1968.4 | 13294.0 | 0.88 | 4.0 | 100.0 |
| -16620.0 | -4059.8 | 12478.6 | 1.03 | 3.4 | 110.0 |
| -16620.0 | -6229.8 | 11214.3 | 1.14 | 3.1 | 120.0 |
| -16620.0 | -8318.8 | 9624.2 | 1.21 | 2.9 | 130.0 |
| -16620.0 | -10218.8 | 7796.6 | 1.21 | 2.9 | 140.0 |
| -16620.0 | -11866.0 | 5770.4 | 1.14 | 3.1 | 150.0 |
| -16620.0 | -13140.5 | 3714.1 | 1.03 | 3.4 | 160.0 |
| -16620.0 | -13899.2 | 1766.5 | 0.87 | 4.0 | 170.0 |
| -16620.0 | -14190.0 | -0.0 | 0.69 | 5.0 | 180.0 |
| -16620.0 | -13899.1 | -1766.6 | 0.87 | 4.0 | 190.0 |
| -16620.0 | -13140.3 | -3714.4 | 1.03 | 3.4 | 200.0 |
| -16620.0 | -11865.9 | -5770.5 | 1.14 | 3.1 | 210.0 |
| -16620.0 | -10218.5 | -7797.0 | 1.21 | 2.9 | 220.0 |
| -16620.0 | -8318.8 | -9624.2 | 1.21 | 2.9 | 230.0 |
| -16620.0 | -6229.8 | -11214.3 | 1.14 | 3.1 | 240.0 |
| -16620.0 | -4059.8 | -12478.6 | 1.03 | 3.4 | 250.0 |
| -16620.0 | -1968.4 | -13294.0 | 0.88 | 4.0 | 260.0 |
| -16620.0 | 0.0 | -13660.1 | 0.70 | 5.0 | 270.0 |
| -16620.0 | 1968.6 | -13293.9 | 0.88 | 4.0 | 280.0 |
| -16620.0 | 4059.9 | -12478.6 | 1.03 | 3.4 | 290.0 |
| -16620.0 | 6230.1 | -11214.1 | 1.14 | 3.1 | 300.0 |
| -16620.0 | 8318.9 | -9624.0 | 1.21 | 2.9 | 310.0 |
| -16620.0 | 10218.5 | -7797.0 | 1.21 | 2.9 | 320.0 |
| -16620.0 | 11865.9 | -5770.5 | 1.14 | 3.1 | 330.0 |
| -16620.0 | 13140.3 | -3714.4 | 1.03 | 3.4 | 340.0 |
| -16620.0 | 13899.1 | -1766.6 | 0.87 | 4.0 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 5830 | 1870 | 2.21 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:19:12

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

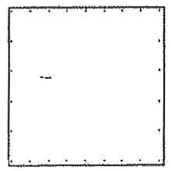
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-9FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 9
nº bárras verticales = 6

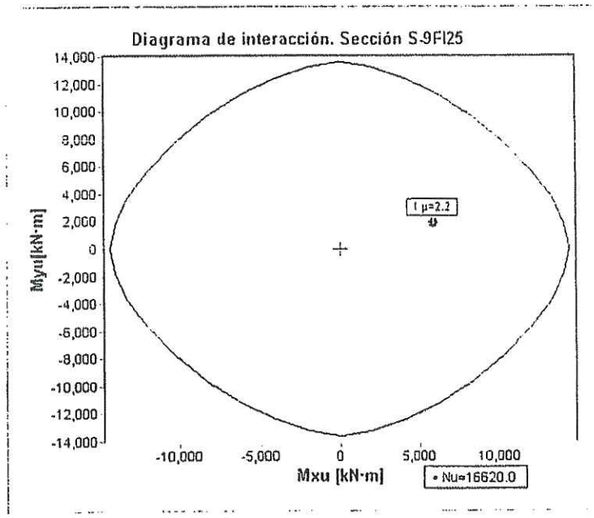


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| -16620.0 | 14190.0 | -0.0 | 0.69 | 5.0 | 0.0 |
| -16620.0 | 13899.2 | 1766.5 | 0.87 | 4.0 | 10.0 |
| -16620.0 | 13140.5 | 3714.1 | 1.03 | 3.4 | 20.0 |
| -16620.0 | 11866.0 | 5770.4 | 1.14 | 3.1 | 30.0 |
| -16620.0 | 10218.8 | 7796.6 | 1.21 | 2.9 | 40.0 |
| -16620.0 | 8318.9 | 9624.0 | 1.21 | 2.9 | 50.0 |
| -16620.0 | 6230.1 | 11214.1 | 1.14 | 3.1 | 60.0 |
| -16620.0 | 4059.9 | 12478.6 | 1.03 | 3.4 | 70.0 |
| -16620.0 | 1968.6 | 13293.9 | 0.88 | 4.0 | 80.0 |
| -16620.0 | 0.0 | 13660.1 | 0.70 | 5.0 | 90.0 |
| -16620.0 | -1968.4 | 13294.0 | 0.88 | 4.0 | 100.0 |
| -16620.0 | -4059.8 | 12478.6 | 1.03 | 3.4 | 110.0 |
| -16620.0 | -6229.8 | 11214.3 | 1.14 | 3.1 | 120.0 |
| -16620.0 | -8318.8 | 9624.2 | 1.21 | 2.9 | 130.0 |
| -16620.0 | -10218.8 | 7796.6 | 1.21 | 2.9 | 140.0 |
| -16620.0 | -11866.0 | 5770.4 | 1.14 | 3.1 | 150.0 |
| -16620.0 | -13140.5 | 3714.1 | 1.03 | 3.4 | 160.0 |
| -16620.0 | -13899.2 | 1766.5 | 0.87 | 4.0 | 170.0 |
| -16620.0 | -14190.0 | -0.0 | 0.69 | 5.0 | 180.0 |
| -16620.0 | -13899.1 | -1766.6 | 0.87 | 4.0 | 190.0 |
| -16620.0 | -13140.3 | -3714.4 | 1.03 | 3.4 | 200.0 |
| -16620.0 | -11865.9 | -5770.5 | 1.14 | 3.1 | 210.0 |
| -16620.0 | -10218.5 | -7797.0 | 1.21 | 2.9 | 220.0 |
| -16620.0 | -8318.8 | -9624.2 | 1.21 | 2.9 | 230.0 |
| -16620.0 | -6229.8 | -11214.3 | 1.14 | 3.1 | 240.0 |
| -16620.0 | -4059.8 | -12478.6 | 1.03 | 3.4 | 250.0 |
| -16620.0 | -1968.4 | -13294.0 | 0.88 | 4.0 | 260.0 |
| -16620.0 | 0.0 | -13660.1 | 0.70 | 5.0 | 270.0 |
| -16620.0 | 1968.6 | -13293.9 | 0.88 | 4.0 | 280.0 |
| -16620.0 | 4059.9 | -12478.6 | 1.03 | 3.4 | 290.0 |
| -16620.0 | 6230.1 | -11214.1 | 1.14 | 3.1 | 300.0 |
| -16620.0 | 8318.9 | -9624.0 | 1.21 | 2.9 | 310.0 |
| -16620.0 | 10218.5 | -7797.0 | 1.21 | 2.9 | 320.0 |
| -16620.0 | 11865.9 | -5770.5 | 1.14 | 3.1 | 330.0 |
| -16620.0 | 13140.3 | -3714.4 | 1.03 | 3.4 | 340.0 |
| -16620.0 | 13899.1 | -1766.6 | 0.87 | 4.0 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 5830 | 1870 | 2.21 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pila
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:20:14

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

## 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-9FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 9
nº barras verticales = 6

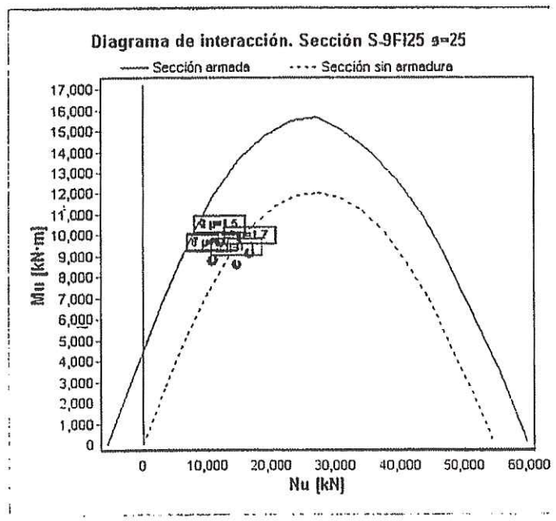


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 5549.0 | 0.0 |
| 0.138 | 6.2 | 1478.6 | 3422.3 |
| 0.255 | 6.7 | -2591.8 | 6628.1 |
| 0.355 | 7.2 | -6662.2 | 9540.2 |
| 0.478 | 7.3 | -10732.7 | 11850.9 |
| 0.627 | 5.6 | -14803.1 | 13587.0 |
| 0.775 | 4.5 | -18873.5 | 14791.1 |
| 0.924 | 3.8 | -22943.9 | 15492.4 |
| 1.074 | 3.3 | -27014.3 | 15684.0 |
| 1.208 | 2.9 | -31084.8 | 15015.1 |
| 1.346 | 2.6 | -35155.2 | 14025.5 |
| 1.489 | 2.4 | -39225.6 | 12677.6 |
| 1.635 | 2.1 | -43296.0 | 10930.1 |
| 1.784 | 2.0 | -47366.4 | 8750.5 |
| 2.012 | 1.6 | -51436.8 | 6105.8 |
| 2.522 | 1.1 | -55507.3 | 3423.6 |
| 9999.000 | 0.4 | -59577.7 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 16620 | 9140 | 1.72 |
| 2 | 12020 | 9650 | 1.52 |
| 3 | 16500 | 9130 | 1.73 |
| 4 | 11900 | 9650 | 1.52 |
| 5 | 14520 | 8550 | 1.84 |
| 6 | 10710 | 8740 | 1.67 |
| 7 | 10830 | 8790 | 1.67 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:25:36

## Características mecánicas de las secciones

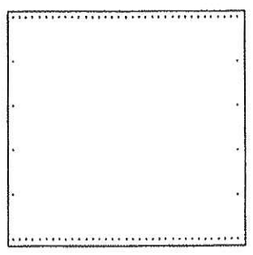
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-35FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 35
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



### 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.508 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 1.0525 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9560 |
| ix [m] | 0.52 | 0.55 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x´g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y`g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.2830 |
| Mfis [kN·m] | 3387.3 |
| y´fis [m] | 0.39 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:24:39

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

## 1 Datos

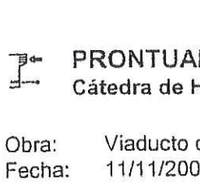
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-35FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 35
nº barras verticales = 6

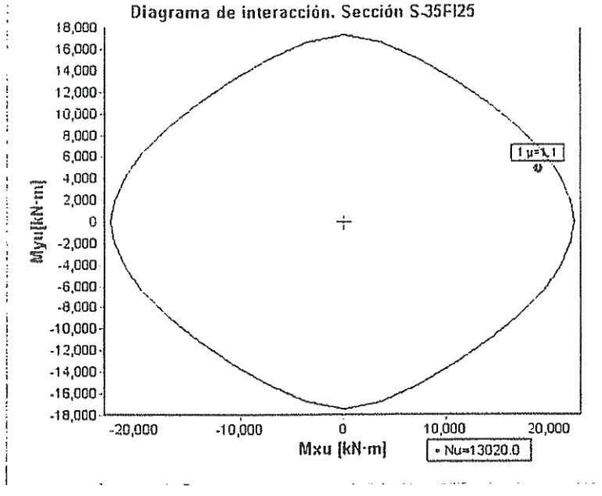


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -13020.0 | 22312.7 | -0.0 | 0.56 | 6.2 | 0.0 |
| -13020.0 | 21984.3 | 1853.8 | 0.75 | 4.7 | 10.0 |
| -13020.0 | 20981.2 | 4120.1 | 0.93 | 3.8 | 20.0 |
| -13020.0 | 19378.2 | 6443.8 | 1.06 | 3.3 | 30.0 |
| -13020.0 | 16854.5 | 8897.4 | 1.13 | 3.1 | 40.0 |
| -13020.0 | 14064.4 | 11086.3 | 1.14 | 3.1 | 50.0 |
| -13020.0 | 10882.8 | 13203.6 | 1.08 | 3.2 | 60.0 |
| -13020.0 | 7315.5 | 15195.5 | 0.98 | 3.6 | 70.0 |
| -13020.0 | 3632.0 | 16679.0 | 0.85 | 4.1 | 80.0 |
| -13020.0 | 0.0 | 17442.0 | 0.68 | 5.2 | 90.0 |
| -13020.0 | -3631.9 | 16679.0 | 0.85 | 4.1 | 100.0 |
| -13020.0 | -7315.4 | 15195.5 | 0.98 | 3.6 | 110.0 |
| -13020.0 | -10882.7 | 13203.7 | 1.08 | 3.2 | 120.0 |
| -13020.0 | -14064.2 | 11086.5 | 1.14 | 3.1 | 130.0 |
| -13020.0 | -16854.5 | 8897.4 | 1.13 | 3.1 | 140.0 |
| -13020.0 | -19378.2 | 6443.8 | 1.06 | 3.3 | 150.0 |
| -13020.0 | -20981.2 | 4120.1 | 0.93 | 3.8 | 160.0 |
| -13020.0 | -21984.3 | 1853.8 | 0.75 | 4.7 | 170.0 |
| -13020.0 | -22312.7 | -0.0 | 0.56 | 6.2 | 180.0 |
| -13020.0 | -21984.3 | -1854.0 | 0.75 | 4.7 | 190.0 |
| -13020.0 | -20981.2 | -4120.1 | 0.93 | 3.8 | 200.0 |
| -13020.0 | -19378.0 | -6444.1 | 1.06 | 3.3 | 210.0 |
| -13020.0 | -16854.4 | -8897.6 | 1.13 | 3.1 | 220.0 |
| -13020.0 | -14064.2 | -11086.5 | 1.14 | 3.1 | 230.0 |
| -13020.0 | -10882.7 | -13203.7 | 1.08 | 3.2 | 240.0 |
| -13020.0 | -7315.4 | -15195.5 | 0.98 | 3.6 | 250.0 |
| -13020.0 | -3631.9 | -16679.0 | 0.85 | 4.1 | 260.0 |
| -13020.0 | 0.0 | -17442.0 | 0.68 | 5.2 | 270.0 |
| -13020.0 | 3632.0 | -16679.0 | 0.85 | 4.1 | 280.0 |
| -13020.0 | 7315.5 | -15195.5 | 0.98 | 3.6 | 290.0 |
| -13020.0 | 10882.8 | -13203.6 | 1.08 | 3.2 | 300.0 |
| -13020.0 | 14064.4 | -11086.3 | 1.14 | 3.1 | 310.0 |
| -13020.0 | 16854.4 | -8897.6 | 1.13 | 3.1 | 320.0 |
| -13020.0 | 19378.0 | -6444.1 | 1.06 | 3.3 | 330.0 |
| -13020.0 | 20981.2 | -4120.1 | 0.93 | 3.8 | 340.0 |
| -13020.0 | 21984.3 | -1854.0 | 0.75 | 4.7 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 18900 | 4810 | 1.07 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pila
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:25:29

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

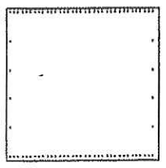
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-35FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 35
nº barras verticales = 6

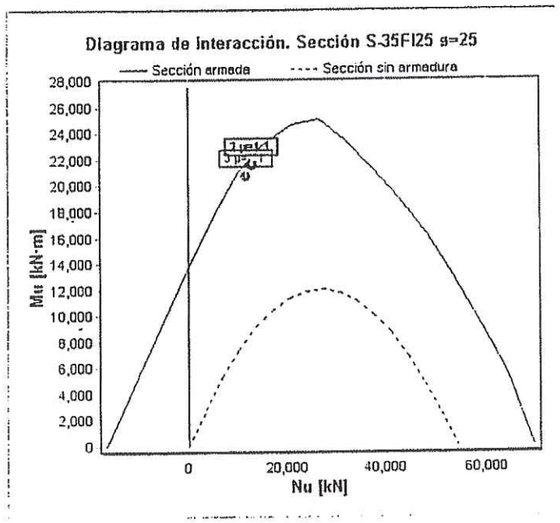


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 16647.0 | 0.0 |
| -0.059 | 5.5 | 11251.6 | 4586.1 |
| 0.133 | 6.2 | 5856.1 | 9138.9 |
| 0.238 | 6.6 | 460.6 | 13527.5 |
| 0.327 | 7.0 | -4934.8 | 17693.3 |
| 0.464 | 7.6 | -10330.3 | 21090.4 |
| 0.661 | 5.3 | -15725.8 | 23350.5 |
| 0.858 | 4.1 | -21121.2 | 24691.7 |
| 1.056 | 3.3 | -26516.7 | 25119.3 |
| 1.191 | 2.9 | -31912.1 | 23403.2 |
| 1.327 | 2.6 | -37307.6 | 21313.9 |
| 1.475 | 2.4 | -42703.1 | 18962.9 |
| 1.631 | 2.1 | -48098.5 | 16245.3 |
| 1.797 | 1.9 | -53494.0 | 13063.5 |
| 2.066 | 1.5 | -58889.5 | 9331.3 |
| 2.693 | 1.0 | -64284.9 | 5531.3 |
| 9999.000 | 0.3 | -69680.4 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 13020 | 21580 | 1.06 |
| 2 | 12900 | 21640 | 1.05 |
| 3 | 11710 | 20730 | 1.09 |

**PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0**
**Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA**

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:27:48

## Características mecánicas de las secciones

## 1 Datos

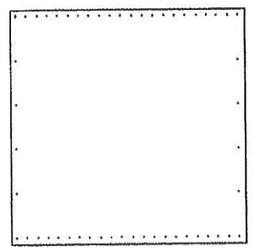
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-22FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 22
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



## 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.419 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 0.9880 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9345 |
| ix [m] | 0.52 | 0.54 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x'g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y'g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.1928 |
| Mfis [kN·m] | 3179.6 |
| y'fis [m] | 0.33 |



Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:26:43

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

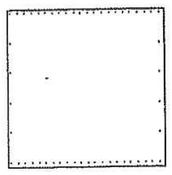
## 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-22FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 22
nº bárras verticales = 6

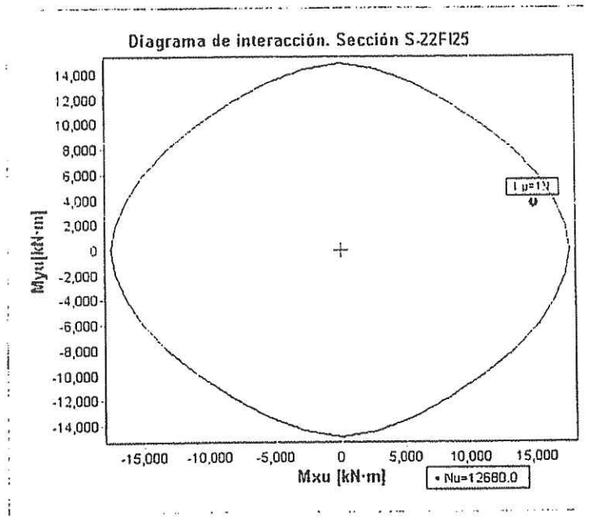


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -12680.0 | 17451.5 | -0.0 | 0.55 | 6.4 | 0.0 |
| -12680.0 | 17142.8 | 1825.2 | 0.73 | 4.8 | 10.0 |
| -12680.0 | 16280.3 | 3929.0 | 0.91 | 3.9 | 20.0 |
| -12680.0 | 15014.0 | 5999.6 | 1.04 | 3.4 | 30.0 |
| -12680.0 | 13108.8 | 8079.0 | 1.10 | 3.2 | 40.0 |
| -12680.0 | 10971.0 | 9907.2 | 1.11 | 3.2 | 50.0 |
| -12680.0 | 8469.1 | 11659.2 | 1.05 | 3.3 | 60.0 |
| -12680.0 | 5667.4 | 13236.6 | 0.95 | 3.7 | 70.0 |
| -12680.0 | 2804.5 | 14362.4 | 0.80 | 4.4 | 80.0 |
| -12680.0 | 0.0 | 14906.0 | 0.63 | 5.6 | 90.0 |
| -12680.0 | -2804.4 | 14362.4 | 0.80 | 4.4 | 100.0 |
| -12680.0 | -5667.2 | 13236.7 | 0.95 | 3.7 | 110.0 |
| -12680.0 | -8469.1 | 11659.3 | 1.05 | 3.3 | 120.0 |
| -12680.0 | -10970.9 | 9907.2 | 1.11 | 3.2 | 130.0 |
| -12680.0 | -13108.8 | 8079.0 | 1.10 | 3.2 | 140.0 |
| -12680.0 | -15014.0 | 5999.6 | 1.04 | 3.4 | 150.0 |
| -12680.0 | -16280.3 | 3929.0 | 0.91 | 3.9 | 160.0 |
| -12680.0 | -17142.8 | 1825.2 | 0.73 | 4.8 | 170.0 |
| -12680.0 | -17451.5 | -0.0 | 0.55 | 6.4 | 180.0 |
| -12680.0 | -17142.8 | -1825.3 | 0.73 | 4.8 | 190.0 |
| -12680.0 | -16280.3 | -3929.1 | 0.91 | 3.9 | 200.0 |
| -12680.0 | -15014.0 | -5999.7 | 1.04 | 3.4 | 210.0 |
| -12680.0 | -13108.5 | -8079.3 | 1.10 | 3.2 | 220.0 |
| -12680.0 | -10970.9 | -9907.2 | 1.11 | 3.2 | 230.0 |
| -12680.0 | -8469.1 | -11659.3 | 1.05 | 3.3 | 240.0 |
| -12680.0 | -5667.2 | -13236.7 | 0.95 | 3.7 | 250.0 |
| -12680.0 | -2804.4 | -14362.4 | 0.80 | 4.4 | 260.0 |
| -12680.0 | 0.0 | -14906.0 | 0.63 | 5.6 | 270.0 |
| -12680.0 | 2804.5 | -14362.4 | 0.80 | 4.4 | 280.0 |
| -12680.0 | 5667.4 | -13236.6 | 0.95 | 3.7 | 290.0 |
| -12680.0 | 8469.1 | -11659.2 | 1.05 | 3.3 | 300.0 |
| -12680.0 | 10971.0 | -9907.2 | 1.11 | 3.2 | 310.0 |
| -12680.0 | 13108.5 | -8079.3 | 1.10 | 3.2 | 320.0 |
| -12680.0 | 15014.0 | -5999.7 | 1.04 | 3.4 | 330.0 |
| -12680.0 | 16280.3 | -3929.1 | 0.91 | 3.9 | 340.0 |
| -12680.0 | 17142.8 | -1825.3 | 0.73 | 4.8 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 14780 | 3610 | 1.10 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pila
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:27:23

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

## 1 Datos

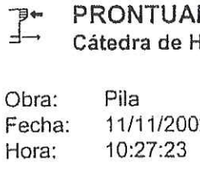
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-22FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 22
nº barras verticales = 6

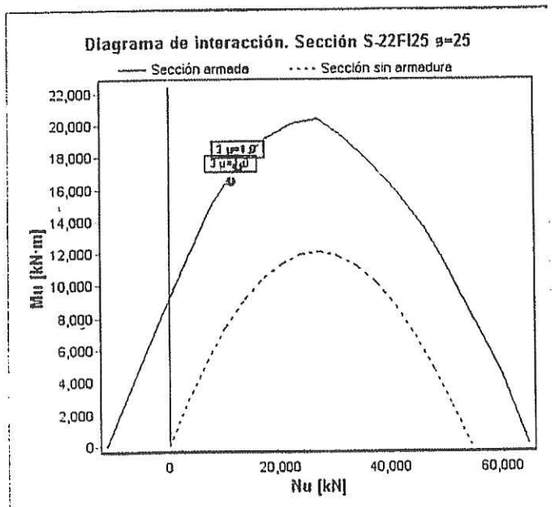


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 11098.0 | 0.0 |
| 0.040 | 5.8 | 6365.1 | 4019.5 |
| 0.186 | 6.4 | 1632.1 | 7944.6 |
| 0.286 | 6.8 | -3100.8 | 11646.5 |
| 0.389 | 7.3 | -7833.7 | 14981.8 |
| 0.544 | 6.4 | -12566.7 | 17402.6 |
| 0.718 | 4.9 | -17299.6 | 19101.3 |
| 0.892 | 3.9 | -22032.6 | 20106.8 |
| 1.065 | 3.3 | -26765.5 | 20402.5 |
| 1.198 | 2.9 | -31498.5 | 19183.7 |
| 1.336 | 2.6 | -36231.4 | 17649.7 |
| 1.481 | 2.4 | -40964.3 | 15809.9 |
| 1.633 | 2.1 | -45697.3 | 13586.1 |
| 1.791 | 2.0 | -50430.2 | 10911.2 |
| 2.042 | 1.6 | -55163.2 | 7725.7 |
| 2.615 | 1.1 | -59896.1 | 4487.1 |
| 9999.000 | 0.3 | -64629.0 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 12680 | 17270 | 1.02 |
| 2 | 12560 | 17310 | 1.01 |
| 3 | 11370 | 16420 | 1.04 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:32:39

## Características mecánicas de las secciones

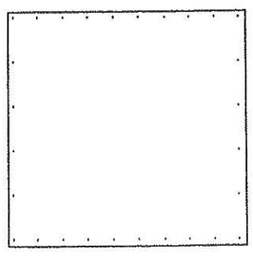
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-10Fi25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 10
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



### 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.336 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 0.9284 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9149 |
| ix [m] | 0.52 | 0.53 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x´g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y´g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.1036 |
| Mfis [kN·m] | 2987.9 |
| y´fis [m] | 0.26 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:32:18

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

## 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-10FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 10
nº barras verticales = 6

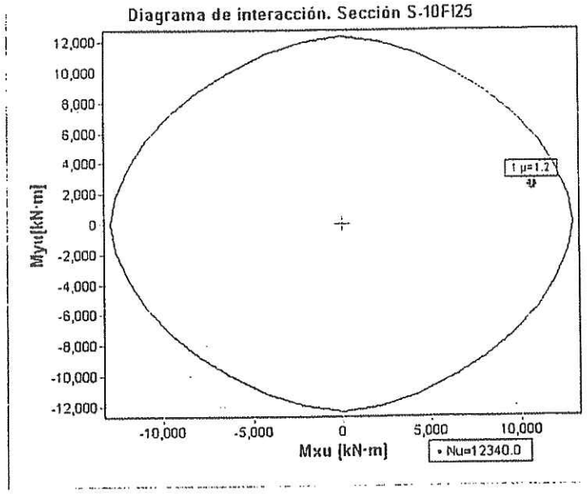


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -12340.0 | 12950.1 | -0.0 | 0.54 | 6.5 | 0.0 |
| -12340.0 | 12665.1 | 1790.0 | 0.72 | 4.9 | 10.0 |
| -12340.0 | 11943.6 | 3727.6 | 0.88 | 4.0 | 20.0 |
| -12340.0 | 10922.5 | 5587.9 | 1.01 | 3.5 | 30.0 |
| -12340.0 | 9564.3 | 7301.6 | 1.07 | 3.3 | 40.0 |
| -12340.0 | 8043.2 | 8748.2 | 1.07 | 3.3 | 50.0 |
| -12340.0 | 6215.5 | 10094.3 | 1.01 | 3.5 | 60.0 |
| -12340.0 | 4152.9 | 11227.9 | 0.90 | 3.9 | 70.0 |
| -12340.0 | 2034.1 | 12017.4 | 0.74 | 4.7 | 80.0 |
| -12340.0 | 0.0 | 12358.8 | 0.56 | 6.2 | 90.0 |
| -12340.0 | -2034.0 | 12017.4 | 0.74 | 4.7 | 100.0 |
| -12340.0 | -4152.7 | 11227.9 | 0.90 | 3.9 | 110.0 |
| -12340.0 | -6215.5 | 10094.3 | 1.01 | 3.5 | 120.0 |
| -12340.0 | -8043.1 | 8748.3 | 1.07 | 3.3 | 130.0 |
| -12340.0 | -9564.3 | 7301.6 | 1.07 | 3.3 | 140.0 |
| -12340.0 | -10922.5 | 5587.9 | 1.01 | 3.5 | 150.0 |
| -12340.0 | -11943.6 | 3727.6 | 0.88 | 4.0 | 160.0 |
| -12340.0 | -12665.1 | 1790.0 | 0.72 | 4.9 | 170.0 |
| -12340.0 | -12950.1 | -0.0 | 0.54 | 6.5 | 180.0 |
| -12340.0 | -12665.1 | -1790.0 | 0.72 | 4.9 | 190.0 |
| -12340.0 | -11943.6 | -3727.7 | 0.88 | 4.0 | 200.0 |
| -12340.0 | -10922.4 | -5588.0 | 1.01 | 3.5 | 210.0 |
| -12340.0 | -9564.1 | -7301.9 | 1.07 | 3.3 | 220.0 |
| -12340.0 | -8043.1 | -8748.3 | 1.07 | 3.3 | 230.0 |
| -12340.0 | -6215.5 | -10094.3 | 1.01 | 3.5 | 240.0 |
| -12340.0 | -4152.7 | -11227.9 | 0.90 | 3.9 | 250.0 |
| -12340.0 | -2034.0 | -12017.4 | 0.74 | 4.7 | 260.0 |
| -12340.0 | 0.0 | -12358.8 | 0.56 | 6.2 | 270.0 |
| -12340.0 | 2034.1 | -12017.4 | 0.74 | 4.7 | 280.0 |
| -12340.0 | 4152.9 | -11227.9 | 0.90 | 3.9 | 290.0 |
| -12340.0 | 6215.5 | -10094.3 | 1.01 | 3.5 | 300.0 |
| -12340.0 | 8043.2 | -8748.2 | 1.07 | 3.3 | 310.0 |
| -12340.0 | 9564.1 | -7301.9 | 1.07 | 3.3 | 320.0 |
| -12340.0 | 10922.4 | -5588.0 | 1.01 | 3.5 | 330.0 |
| -12340.0 | 11943.6 | -3727.7 | 0.88 | 4.0 | 340.0 |
| -12340.0 | 12665.1 | -1790.0 | 0.72 | 4.9 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 10660 | 2400 | 1.15 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Pila
Fecha: 11/11/2002
Hora: 10:32:34

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

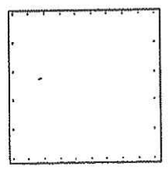
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-10Fl25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 10
nº barras verticales = 6

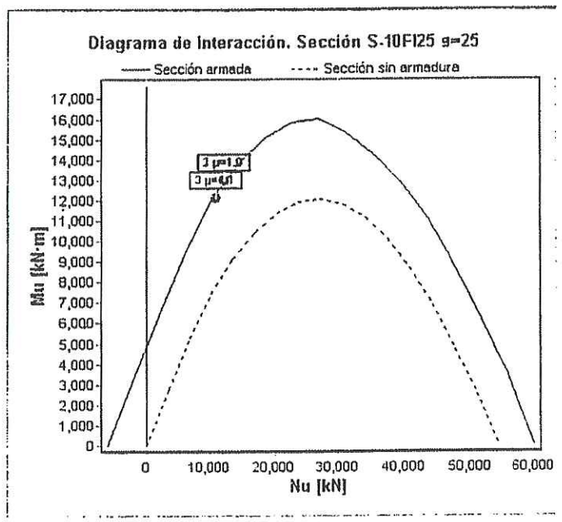


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 5975.9 | 0.0 |
| 0.131 | 6.2 | 1854.5 | 3471.8 |
| 0.249 | 6.7 | -2266.9 | 6737.3 |
| 0.348 | 7.1 | -6388.3 | 9717.9 |
| 0.470 | 7.4 | -10509.7 | 12106.8 |
| 0.620 | 5.6 | -14631.0 | 13885.4 |
| 0.771 | 4.5 | -18752.4 | 15124.9 |
| 0.922 | 3.8 | -22873.8 | 15848.1 |
| 1.074 | 3.3 | -26995.2 | 16047.0 |
| 1.207 | 2.9 | -31116.6 | 15333.3 |
| 1.345 | 2.6 | -35238.0 | 14302.3 |
| 1.488 | 2.4 | -39359.3 | 12917.7 |
| 1.635 | 2.1 | -43480.7 | 11134.2 |
| 1.784 | 2.0 | -47602.1 | 8916.8 |
| 2.015 | 1.6 | -51723.5 | 6231.3 |
| 2.529 | 1.1 | -55844.9 | 3505.7 |
| 9999.000 | 0.4 | -59966.2 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 12340 | 12970 | 1.03 |
| 2 | 12220 | 12990 | 1.02 |
| 3 | 11030 | 12120 | 1.05 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 11:33:13

## Características mecánicas de las secciones

## 1 Datos

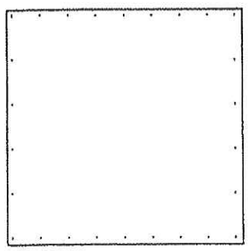
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-9FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 9
nº barras verticales = 6
ϕ [mm] = 25



## 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.2400 | 3.329 |
| Ix [m4] | 0.8748 | 0.9234 |
| Iy [m4] | 0.8748 | 0.9133 |
| ix [m] | 0.52 | 0.53 |
| iy [m] | 0.52 | 0.52 |
| x´g [m] | 0.90 | 0.90 |
| y´g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.0958 |
| Mfis [kN·m] | 2971.9 |
| y´fis [m] | 0.25 |



Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 11:32:36

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

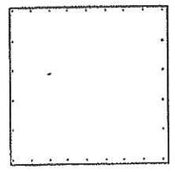
## 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-9FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050
nº barras horizontales = 9
nº barras verticales = 6

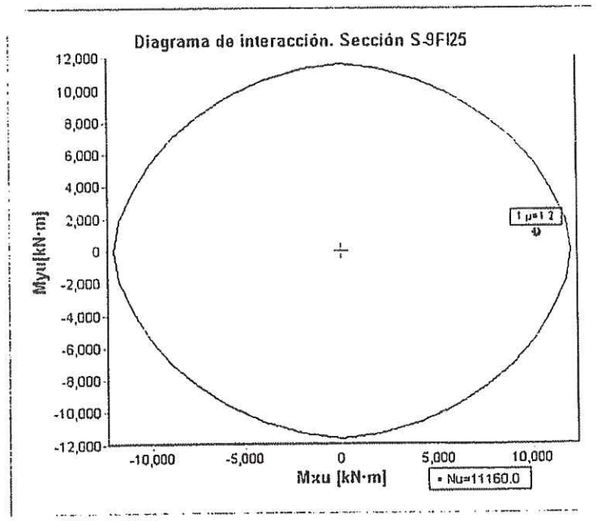


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -11160.0 | 12052.7 | -0.0 | 0.49 | 7.1 | 0.0 |
| -11160.0 | 11773.6 | 1792.5 | 0.68 | 5.2 | 10.0 |
| -11160.0 | 11086.2 | 3695.1 | 0.84 | 4.2 | 20.0 |
| -11160.0 | 10139.1 | 5476.7 | 0.96 | 3.6 | 30.0 |
| -11160.0 | 8941.5 | 7027.8 | 1.03 | 3.4 | 40.0 |
| -11160.0 | 7586.5 | 8331.2 | 1.03 | 3.4 | 50.0 |
| -11160.0 | 5930.6 | 9546.8 | 0.97 | 3.6 | 60.0 |
| -11160.0 | 4015.5 | 10576.3 | 0.85 | 4.1 | 70.0 |
| -11160.0 | 1981.1 | 11319.6 | 0.69 | 5.0 | 80.0 |
| -11160.0 | 0.0 | 11634.3 | 0.51 | 6.8 | 90.0 |
| -11160.0 | -1981.0 | 11319.6 | 0.69 | 5.0 | 100.0 |
| -11160.0 | -4015.4 | 10576.4 | 0.85 | 4.1 | 110.0 |
| -11160.0 | -5930.4 | 9546.9 | 0.97 | 3.6 | 120.0 |
| -11160.0 | -7586.4 | 8331.3 | 1.03 | 3.4 | 130.0 |
| -11160.0 | -8941.5 | 7027.8 | 1.03 | 3.4 | 140.0 |
| -11160.0 | -10139.1 | 5476.7 | 0.96 | 3.6 | 150.0 |
| -11160.0 | -11086.2 | 3695.1 | 0.84 | 4.2 | 160.0 |
| -11160.0 | -11773.6 | 1792.5 | 0.68 | 5.2 | 170.0 |
| -11160.0 | -12052.7 | -0.0 | 0.49 | 7.1 | 180.0 |
| -11160.0 | -11773.6 | -1792.6 | 0.68 | 5.2 | 190.0 |
| -11160.0 | -11086.1 | -3695.1 | 0.84 | 4.2 | 200.0 |
| -11160.0 | -10139.0 | -5477.0 | 0.96 | 3.6 | 210.0 |
| -11160.0 | -8941.4 | -7028.0 | 1.03 | 3.4 | 220.0 |
| -11160.0 | -7586.4 | -8331.3 | 1.03 | 3.4 | 230.0 |
| -11160.0 | -5930.4 | -9546.9 | 0.97 | 3.6 | 240.0 |
| -11160.0 | -4015.4 | -10576.4 | 0.85 | 4.1 | 250.0 |
| -11160.0 | -1981.0 | -11319.6 | 0.69 | 5.0 | 260.0 |
| -11160.0 | 0.0 | -11634.3 | 0.51 | 6.8 | 270.0 |
| -11160.0 | 1981.1 | -11319.6 | 0.69 | 5.0 | 280.0 |
| -11160.0 | 4015.5 | -10576.3 | 0.85 | 4.1 | 290.0 |
| -11160.0 | 5930.6 | -9546.8 | 0.97 | 3.6 | 300.0 |
| -11160.0 | 7586.5 | -8331.2 | 1.03 | 3.4 | 310.0 |
| -11160.0 | 8941.4 | -7028.0 | 1.03 | 3.4 | 320.0 |
| -11160.0 | 10139.0 | -5477.0 | 0.96 | 3.6 | 330.0 |
| -11160.0 | 11086.1 | -3695.1 | 0.84 | 4.2 | 340.0 |
| -11160.0 | 11773.6 | -1792.6 | 0.68 | 5.2 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 10240 | 1000 | 1.16 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Viaducto del Manzanares
Fecha: 11/11/2002
Hora: 11:33:04

## Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada

## 1 Datos

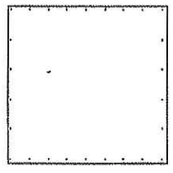
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : S-9FI25
b [m] = 1.80
h [m] = 1.80
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 9
nº barras verticales = 6

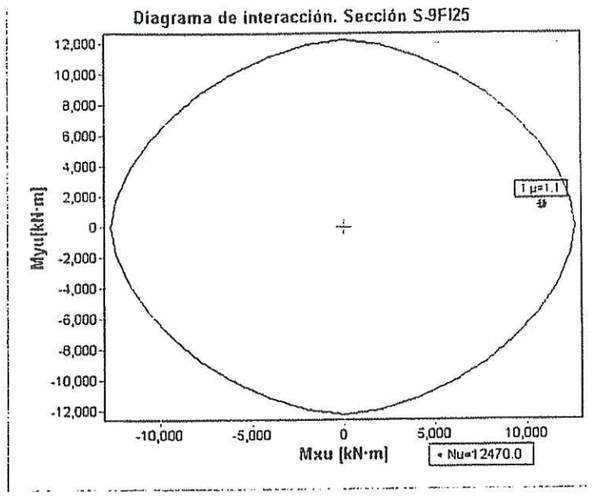


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| Nu [kN] | Mxu [kN·m] | Myu [kN·m] | x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | β [º] |
|---|---|---|---|---|---|
| -12470.0 | 12644.0 | -0.0 | 0.54 | 6.5 | 0.0 |
| -12470.0 | 12361.1 | 1785.5 | 0.72 | 4.8 | 10.0 |
| -12470.0 | 11648.5 | 3711.1 | 0.89 | 3.9 | 20.0 |
| -12470.0 | 10636.8 | 5564.6 | 1.01 | 3.5 | 30.0 |
| -12470.0 | 9300.4 | 7263.1 | 1.07 | 3.3 | 40.0 |
| -12470.0 | 7818.3 | 8690.7 | 1.07 | 3.3 | 50.0 |
| -12470.0 | 6038.3 | 10013.0 | 1.01 | 3.5 | 60.0 |
| -12470.0 | 4032.8 | 11118.2 | 0.90 | 3.9 | 70.0 |
| -12470.0 | 1987.7 | 11876.1 | 0.74 | 4.7 | 80.0 |
| -12470.0 | 0.0 | 12209.9 | 0.56 | 6.3 | 90.0 |
| -12470.0 | -1987.6 | 11876.1 | 0.74 | 4.7 | 100.0 |
| -12470.0 | -4032.6 | 11118.3 | 0.90 | 3.9 | 110.0 |
| -12470.0 | -6038.1 | 10013.1 | 1.01 | 3.5 | 120.0 |
| -12470.0 | -7818.2 | 8690.8 | 1.07 | 3.3 | 130.0 |
| -12470.0 | -9300.4 | 7263.1 | 1.07 | 3.3 | 140.0 |
| -12470.0 | -10636.8 | 5564.6 | 1.01 | 3.5 | 150.0 |
| -12470.0 | -11648.5 | 3711.1 | 0.89 | 3.9 | 160.0 |
| -12470.0 | -12361.1 | 1785.5 | 0.72 | 4.8 | 170.0 |
| -12470.0 | -12644.0 | -0.0 | 0.54 | 6.5 | 180.0 |
| -12470.0 | -12361.1 | -1785.6 | 0.72 | 4.8 | 190.0 |
| -12470.0 | -11648.4 | -3711.2 | 0.89 | 3.9 | 200.0 |
| -12470.0 | -10636.7 | -5564.8 | 1.01 | 3.5 | 210.0 |
| -12470.0 | -9300.3 | -7263.1 | 1.07 | 3.3 | 220.0 |
| -12470.0 | -7818.2 | -8690.8 | 1.07 | 3.3 | 230.0 |
| -12470.0 | -6038.1 | -10013.1 | 1.01 | 3.5 | 240.0 |
| -12470.0 | -4032.6 | -11118.3 | 0.90 | 3.9 | 250.0 |
| -12470.0 | -1987.6 | -11876.1 | 0.74 | 4.7 | 260.0 |
| -12470.0 | 0.0 | -12209.9 | 0.56 | 6.3 | 270.0 |
| -12470.0 | 1987.7 | -11876.1 | 0.74 | 4.7 | 280.0 |
| -12470.0 | 4032.8 | -11118.2 | 0.90 | 3.9 | 290.0 |
| -12470.0 | 6038.3 | -10013.0 | 1.01 | 3.5 | 300.0 |
| -12470.0 | 7818.3 | -8690.7 | 1.07 | 3.3 | 310.0 |
| -12470.0 | 9300.3 | -7263.1 | 1.07 | 3.3 | 320.0 |
| -12470.0 | 10636.7 | -5564.8 | 1.01 | 3.5 | 330.0 |
| -12470.0 | 11648.4 | -3711.2 | 0.89 | 3.9 | 340.0 |
| -12470.0 | 12361.1 | -1785.6 | 0.72 | 4.8 | 350.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Mxd [kN·m] | Myd [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 10830 | 1320 | 1.15 |

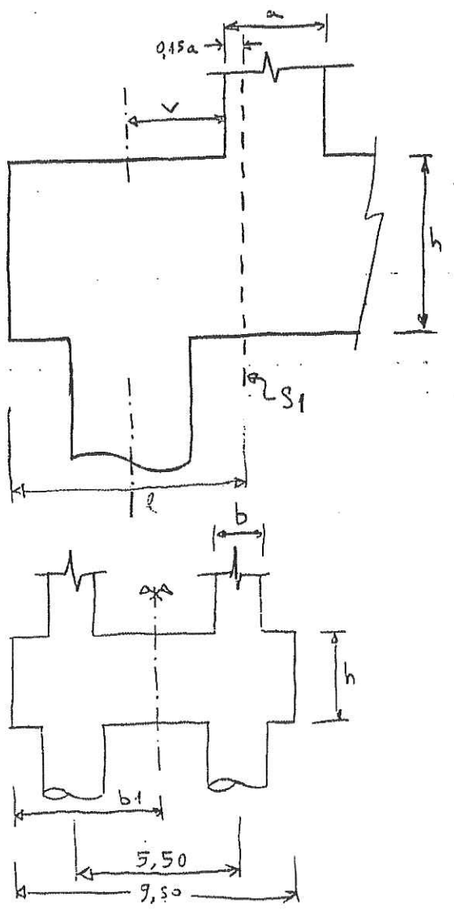
# DIMENSIONAMIENTO DE ENCEPADOS Y PILOTES

VIADUCTO DEL MANZANARES

ENCEPADOS DE PILAS CON PILOTES $\phi 2000$

(EXCEPTO PILAS EN V)

Armadura interior de flexión




$h = 3\ m$

$a = 1,80\ m$ (transversal = $b = 1,8\ m$)

$0,15a = 0,27\ m$

$v = 1,60\ m$

$v + 0,15a = 1,87\ m$

$b_1 = 4,75\ m$

Flector en S1:

$M_{d_1} = N_{d_1} \times (v + 0,15a) - P_e \times l/2$

con $N_{d_1}$ = axil mayorado en pilote

$P_e$: Peso de encepado aproximado: $P_e = b_1 \times l \times h \times \gamma_{hor}$

$= 4,75 \times 3,87 \times 3 \times 2,5 = 138\ t$ [$\gamma_c = 1$, ya incluido]

- Cuantía mínima mecánica:

$$A_{s\,min} = 0,04 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \frac{1}{\gamma_c} = 0,04 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} h \cdot 2b_1 =$$

$$= 0,04 \frac{250\ kp/cm^2 / 1,5}{5100\ kp/cm^2 / 1,15} 300\ cm \times 950\ cm = 428\ cm^2$$

(en el ancho total del encepado)

- Cuantía mínima geométrica:

$\rho = 0,0018 \frac{4100}{f_{yk}} = 0,00145$ ; $A_{s\,min} = A_c \rho = 300\ cm \times 950\ cm \times 0,00145 = 412\ cm^2$

(en el ancho total del encepado y sumando armadura inferior, superior y lateral)

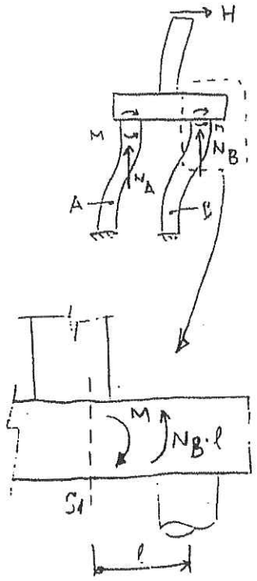
Más restrictiva la mínima mecánica.

Mod. 54



- Cálculo de armadura inferior:

Sección a flexión con $h = 3\ m$ y $b = 3\ m$ (del lado de la seguridad, se toma un ancho reducido, poco mayor que el diámetro del pilote).




Se desprecia el momento en cabeza del pilote (del lado de la seguridad, ya que es un momento contrario al que produce axil al pilote)

$N_B > N_A$, luego el encepado viene dimensionado por $N_B$. En el pilote donde el axil es $N_B$, los momentos $N_B \cdot l$ y M son contrarios.

- Armadura en cada pilote (≡ tirante de unión entre 2 pilotes):

Según Jiménez Montoya ("Hormigón Armado"):

$b = 3m$, $h = 3\ m$, $d \simeq 2,8\ m$, $f_{ck} = 250\ kp/cm^2$ ; $\gamma_c = 1,50$

$f_{yk} = 5100\ kp/cm^2$ ; $\gamma_s = 1,15$

$$\mu = \frac{M_{d_1}}{b d^2 f_{cd}} \quad ; \quad \omega = \frac{A_s f_{yd}}{b d f_{cd}}$$

Para las pilas con pilotes $\phi 2000$, $N_{d_1}$ máx = 1987 t (pila 2)

$M_{d_1} = N_{d_1}(v + 0,15a) - \frac{P_e \cdot l}{2} = 1987 \cdot 1,87\ m - 138\ t \times 3,87\ m/2 = 3448\ mt$

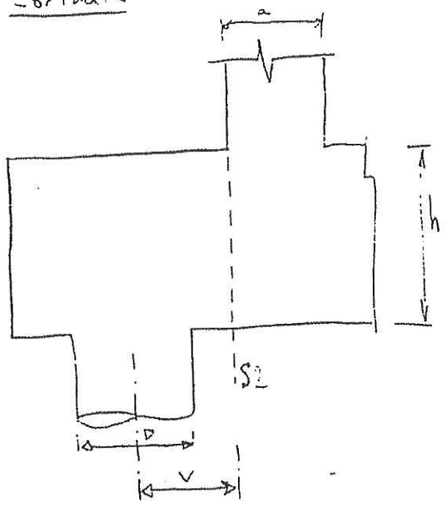
$\mu = 0,089$ ; $\omega = 0,100$ ; $A = 314\ cm^2 \equiv 39\ \phi 32$

(Cumple la armadura mínima: $A_{prol} = 2$ bandas $\times 314\ cm^2$/banda $=$

$= 628\ cm^2 > 428\ cm^2 = A_{mín}$)

Mod. 54

Cortante




$h = 3{,}00$ m

$a = 1{,}80$ m $(b = 1{,}80)$

$v = 1{,}60$ m

$d \simeq 2{,}8$ m

$b_2 = b + d \not> b_1$

$b_1 = 4{,}75$ m

$b_2 = b + d = 1{,}8 + 2{,}8 = 4{,}6$ m

$d_2 = \min(d,\ 1{,}5\,v) = \min(2{,}8;\ 2{,}4) = 2{,}40$

$f_{cv} = 3{,}5\sqrt{f_{cd}} = 6{,}45\ kp/cm^2$

$$V_{d_2} \leq 3\, b_2\, d_2 \left(1 - \frac{v}{5d}\right) f_{cv}$$

$$V_{d_2\,adm.} = 3 \times 4{,}6\,m \times 2{,}4\,m \left(1 - \frac{1{,}6\,m}{5 \times 2{,}8\,m}\right) 64{,}5\,t/m^2 = 1892\,t$$

En el pilote más cargado (pila 2), $N_d = 1987\,t - 138\,t = 1849\,t$

(138 t: parte del peso del encepado)

$V_{d_2\,adm} > N_d$, **válido**.





Armadura longitudinal Superior

Sección a flexión en las hipótesis de pilote traccionado.

Se añade el efecto del flector del pilote (ver página anterior, pilote "A" de la figura superior):

$$M_{d_1} = N_{d_1}\,(v + 0{,}15\,a) + M_{d\,(pilote)}\,\frac{d\,(pilote)}{d\,(encep.)} + P_e \cdot \gamma_s\, \ell/2$$

$d\,(encep) = 2{,}8$ m  $d\,(pilote) \simeq 1{,}8$ m  $v + 0{,}15a = 1{,}87$ m

$P_e = 138$ t  $\ell = 3{,}87$ m  $\gamma = 1{,}35$ (Peso del encepado, desfavorable)

Queda:

$$M_{d_1} = N_{d_1} \times 1{,}87\,m + M_{d\,(pilote)} \times 1{,}8\,m/2{,}8\,m + 1{,}35 \times 138\,t \times 3{,}87\,m/2$$

Se considera un ancho eficaz de 3 m, como en la armadura inferior

Esfuerzos:

$N_d$ máx $= 262$ t ; $M_d = 317$ mt (pila 2)

$M_{d_1} = 262\,t \times 1{,}87\,m + 317\,mt \times 1{,}8\,m/2{,}8\,m + 1{,}35 \times 138\,t \times 3{,}87\,m/2$

$M_{d_1} = 1054$ mt

$\mu = 0{,}027$  $\omega = 0{,}030$  $A = 95\ cm^2 \equiv \phi 25\ a\ 15$ $(b = 3\,m)$

En el total del encepado: 64 $\phi$ 25.

## Armadura longitudinal inferior secundaria

Se dispone en el espacio comprendido entre bandas de armadura principal una armadura de 1/4 de la armadura de cada banda:

$A_{ppal} = 314\ cm^2 \rightarrow A_{secund.} = 79\ cm^2 \equiv 16\ \phi 25$





## Armadura inferior secundaria transversal

- Mínimo geométrico:

Se aprovecha entre ejes de pilas en las pilas en las que hay apoyo con cambio de esfuerzo de una pila a las pilas de la otra. Se dispone una cuantía de 1/5 de la longitudinal:

$$A_{ppal} = 2 \times 314\ cm^2 \underset{(ppal)}{} + 79\ cm^2 \underset{(secundaria)}{} = 707\ cm^2$$

$$A_{secundaria} = 707/5 = \underline{141\ cm^2}$$

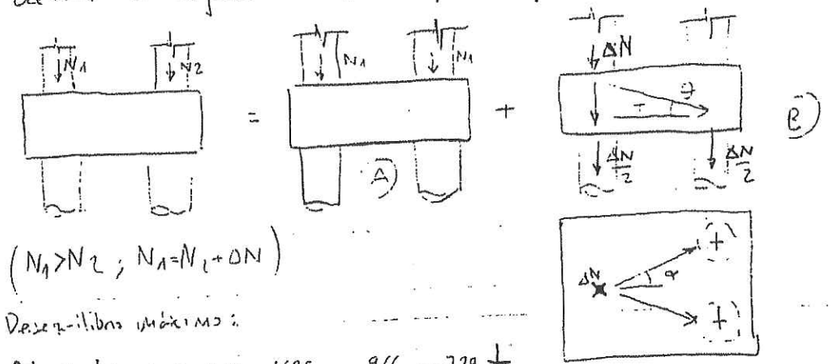
- Si se cumple la cuantía mínima mecánica: $A_s = 0{,}04\ A_c\ f_{cd}/f_{yd} = 404\ cm^2$

$\omega = 1{,}15 - 12{,}5 \dfrac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$ ; con $A_s = 210{,}6\ cm^2$ (ver más adelante)

$\omega = 1{,}24 \Rightarrow A = \omega A_s = 1{,}24 * 210{,}6 = 261\ cm^2 = \underline{53\ \phi 25}$

- Cálculo de la armadura mecánica por diferencia de los axiles de los fustes:

Suponiendo desequilibrio de axiles entre fustes, parte del "exceso" de axil de un fuste es absorbido por los pilotes del otro fuste.



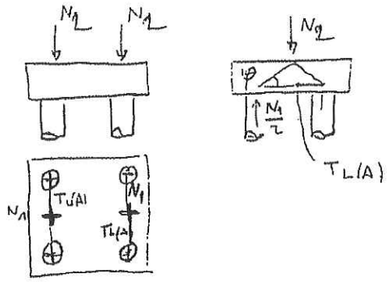

$(N_1 > N_2\ ;\ N_1 = N_1 + \Delta N)$

Desequilibrio máximo:

Pila 2, hip. 4: $\Delta N = 1695 - 966 = 729\ t$

Se superponen los casos A y B:

(A)

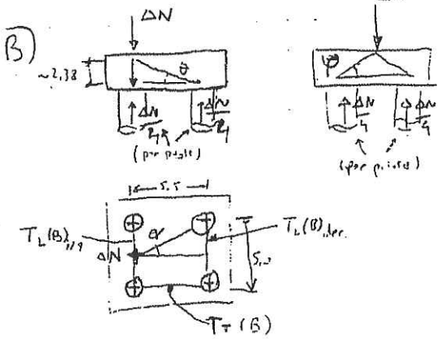



$T_{L(A)} = \frac{N_2}{2} / tg\,\varphi$

$\varphi = 43,6°$ $\quad N_2 = 966\ t$

$T_{L(A)} = 507,2\ t$

(B)




$\Delta N = 729\ t$

$T_{L(B)\,izq.} = \frac{\Delta N}{4} / tg\,\varphi$

$T_{L(B)\,der.} = \left(\frac{\Delta N}{4} / tg\,\beta\right) \operatorname{sen}\varphi$

$T_{T(B)} = \frac{\Delta N}{4} / tg\,\vartheta$

$\Theta = 23,4°$ $\quad \varphi = 43,6°$ $\quad \varphi = 24,4°$ $\quad \beta = 21,5°$

Resulta:

$T_{L(B)\,izq.} = 191,4\ t$ $\qquad T_{L(B)\,der.} = 191,4\ t$ $\qquad T_{T(B)} = 421,4\ t$

Superposición:

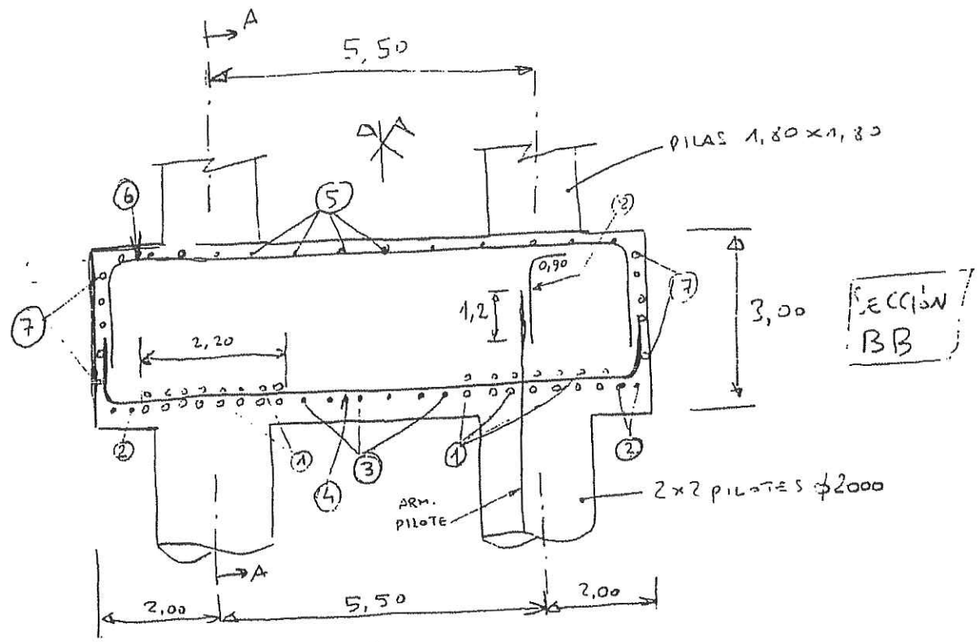
$T_L = 507,2 + 191,4 = 698,6\ t \equiv 174,7\ cm^2 < 314\ cm^2$ (obtenido en el caso de máximo axil en pilote y sin considerar reparto transversal)

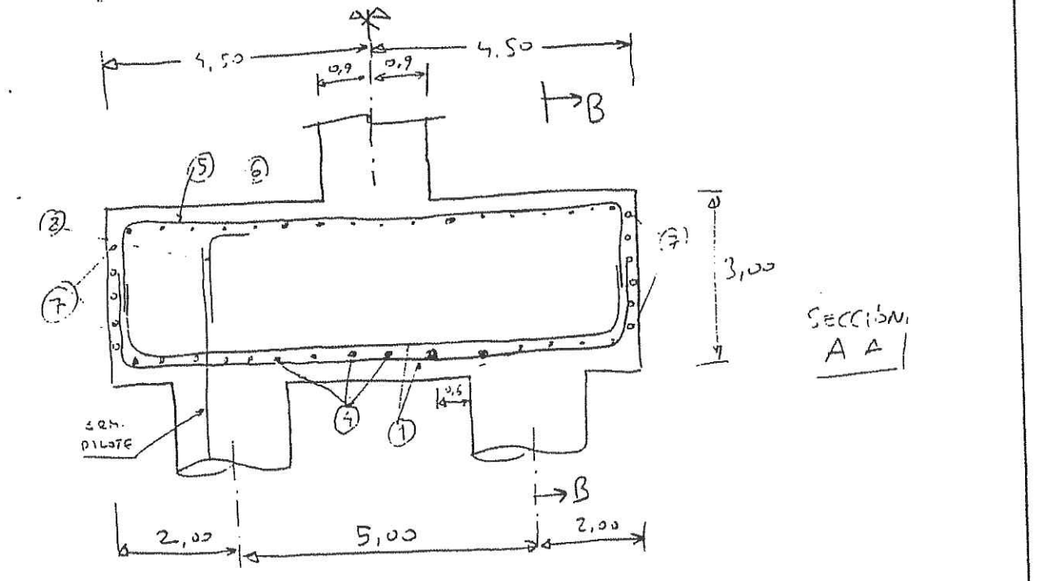
$T_T = 421,2\ t \equiv 105,3\ cm^2$ en cada banda transversal

$\equiv 210,6\ cm^2$ total transversal

Mod. 54






Mod. 54

ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA

De a Fecha

Pág.

Resumen de armaduras:

| | | TOTAL EN ENCEPADO |
|---|---|---|
| (1) | 2 CAPAS DE 20 φ32 c/u | 80 φ32 |
| (2) | 3 φ25 | 6 φ25 |
| (3) | 17 φ25 | 17 φ25 |
| (4) | 53 φ25 | 53 φ25 |
| (5) | 64 φ25 | 64 φ25 |
| (6) | 53 φ25 | 53 φ25 |
| (7) | 12 φ20 | 12 φ20 |
| (8) | N φ20 (*) | 4N φ20 (*) |

(*) N: nº de barras de la armadura del pilote

Mod. 54

**PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0**
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Sec
Fecha: 08/11/2002
Hora: 12:57:18

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

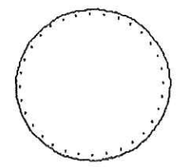
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : PILO2000-32-25
ϕ [m] = 2.00
r [m] = 0.070
nº barras = 32

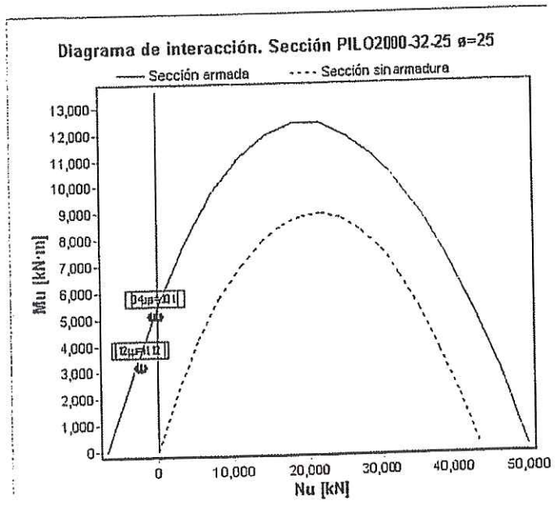


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 6829.5 | 0.0 |
| 0.232 | 5.9 | 3289.4 | 2990.7 |
| 0.377 | 6.4 | -250.8 | 5708.6 |
| 0.499 | 7.0 | -3791.0 | 8030.6 |
| 0.642 | 5.5 | -7331.1 | 9760.2 |
| 0.779 | 4.5 | -10871.3 | 11052.8 |
| 0.913 | 3.8 | -14411.5 | 11932.6 |
| 1.043 | 3.4 | -17951.7 | 12375.0 |
| 1.169 | 3.0 | -21491.8 | 12378.2 |
| 1.290 | 2.7 | -25032.0 | 11909.3 |
| 1.417 | 2.5 | -28572.2 | 11180.8 |
| 1.552 | 2.3 | -32112.4 | 10182.5 |
| 1.697 | 2.1 | -35652.5 | 8881.1 |
| 1.856 | 1.9 | -39192.7 | 7232.9 |
| 2.065 | 1.7 | -42732.9 | 5215.5 |
| 2.579 | 1.2 | -46273.1 | 2937.2 |
| 9999.000 | 0.3 | -49813.2 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | -2620 | 3170 | 1.07 |
| 2 | -2000 | 3170 | 1.19 |
| 3 | -740 | 5070 | 1.00 |
| 4 | 170 | 5060 | 1.12 |



Obra: Manzanares
Fecha: 08/11/2002
Hora: 12:57:29

## Características mecánicas de las secciones

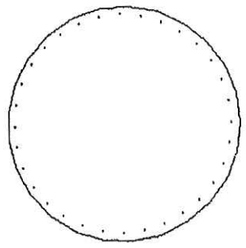
## 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : PILO2000-32-25
ϕ sección [m] = 2.00
r [m] = 0.070
nº barras = 32
ϕ redondos [mm] = 25



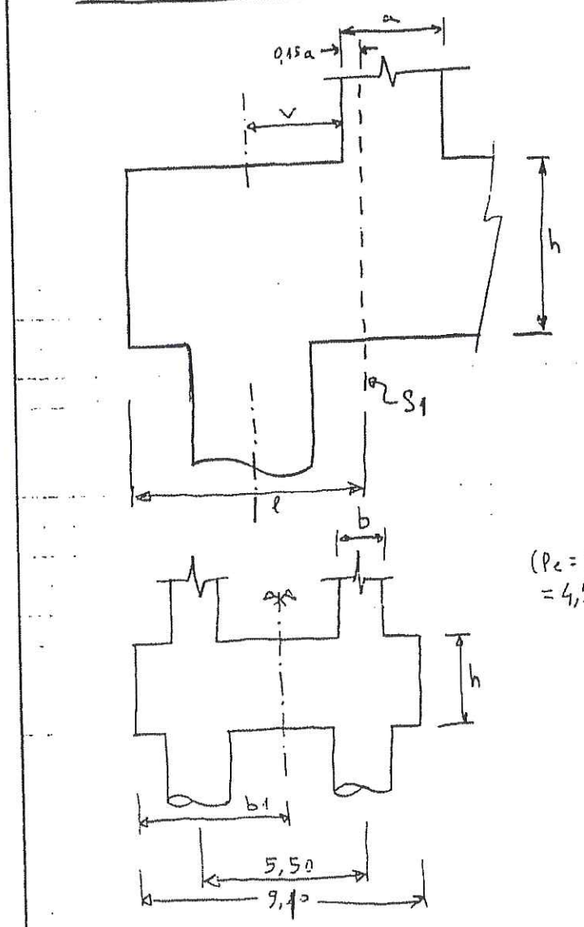
## 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 3.1100 | 3.224 |
| Ix [m4] | 0.7690 | 0.8188 |
| Iy [m4] | 0.7690 | 0.8188 |
| ix [m] | 0.50 | 0.50 |
| iy [m] | 0.50 | 0.50 |
| x´g [m] | 0.99 | 0.99 |
| y´g [m] | 1.00 | 1.00 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.1074 |
| Mfis [kN·m] | 2104.5 |
| y´fis [m] | 0.40 |

# VIADUCTO DEL MANZANARES
# ENCEPADOS DE PILAS CON PILOTES Ø1800

## Armadura inferior de flexión




$h = 2{,}75\ m$

$a = 1{,}80\ m$ (transversal = $b = 1{,}8\ m$)

$0{,}15\,a = 0{,}27\ m$

$v = 1{,}60\ m$

$v + 0{,}15\,a = 1{,}87\ m$

$b_1 = 4{,}55\ m$

Flector en S1:

$M_{d1} = N_{d1} \times (v + 0{,}15a) - Pe \times \ell/2$

con $N_{d1}$ = axil mayorado en pilote

($Pe$ = Peso de encepado actuando: $Pe = b_1 \times l \times h \times \gamma_{hor} \times \gamma_F =$
$= 4{,}55\ m \times 3{,}67\ m \times 2{,}75\ m \times 2{,}5\ t/m^3 \times 1{,}0 =$ 115 t

- Cuantía mínima mecánica:

$$A_{s\,min} = 0{,}04 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} A_c = 0{,}04 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} h \cdot 2b_1 =$$

$$= 0{,}04 \frac{250\ kp/cm^2 / 1{,}5}{5100\ kp/cm^2 / 1{,}15} 275\ cm \times 910\ cm = 376\ cm^2$$

(en el ancho total del encepado)

- Cuantía mínima geométrica:

$\rho = 0{,}0018 \frac{4100}{f_{yk}} = 0{,}00145$ ; $A_{s\,min} = A_c \rho = 275\ cm \times 910\ cm \times 0{,}00145 = 363\ cm^2$

(en el ancho total del encepado y sumando armadura inferior, superior y lateral)

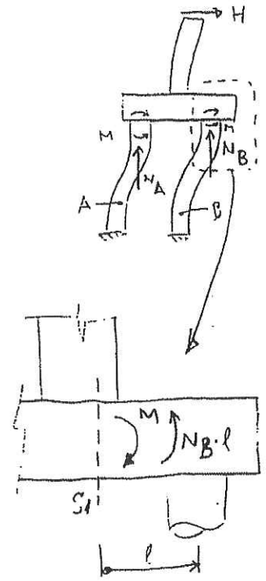
Más restrictiva la mínima mecánica.

Mod. 54



- Cálculo de armadura inferior:

Sección a flexión con $h = 2{,}75\ m$ y $b = 3\ m$ (del lado de la seguridad, se toma un ancho reducido, pero mayor que el diámetro del pilote).




Se desprecia el momento en cabeza del pilote (del lado de la seguridad, ya que es un momento contrario al que produce el axil del pilote)

$N_B > N_A$, luego el encepado viene dimensionado por $N_B$. En el pilote donde el axil es $N_B$, los momentos $N_B \cdot l$ y $M$ son contrarios.

- Armadura en cada pilote (= tirante de unión entre 2 pilotes):

Según Jiménez Montoya ("Hormigón Armado"):

$b = 3\ m$, $h = 2{,}75\ m$, $d \simeq 2{,}55\ m$, $f_{ck} = 250\ kp/cm^2$ ; $\gamma_c = 1{,}50$

$f_{yk} = 5100\ kp/cm^2$ ; $\gamma_s = 1{,}15$

$$\mu = \frac{M_{d1}}{b d^2 f_{cd}} \quad ; \quad \omega = \frac{A_s f_{yd}}{b d f_{cd}}$$

Para las pilas con pilotes Ø1800, $N_{d1}$ máx = 1597 t (pila 12)

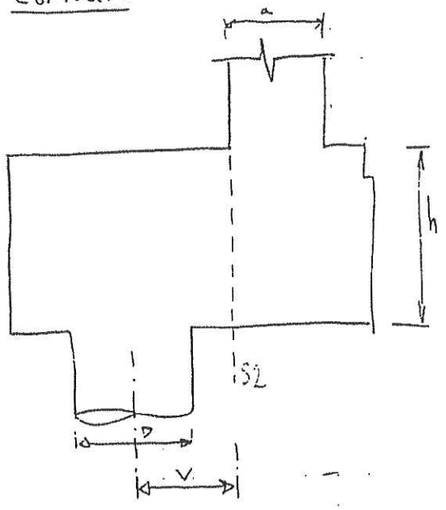
$M_d = N_{d1}(v + 0{,}15a) - \frac{Pe \cdot \ell}{2} = 1597\ t \cdot 1{,}87\ m - 115\ t \times 3{,}67\ m/2 = 2775\ mt$

$\mu = 0{,}072$ ; $\omega = 0{,}079$ $A = 248\ cm^2 =$ 31 Ø 32

(Cumple la armadura mínima: $A_{pral} = 2\ bandas \times 248\ cm^2/banda =$
$= 496\ cm^2 > 376\ cm^2 = A_{min}$)

Mod. 54

Cortante




$h = 2{,}75$ m

$a = 1{,}80$ m $(b = 1{,}80)$

$v = 1{,}60$ m

$d = 2{,}55$ m

$b_2 = b + d \not> b_1$

$b_1 = 5{,}55$ m

$b_2 = b + d = 1{,}8 + 2{,}55 = 4{,}35$ m

$d_2 = \min(d,\ 1{,}5\,v) = \min(2{,}55;\ 2{,}4) = 2{,}40$

$f_{cv} = 0{,}5\sqrt{f_{cd}} = 64{,}5$ kp/cm²

$$V_{d_2} \le 3\, b_2\, d_2 \left(1 - \frac{v}{5d}\right) f_{cv}$$

$$V_{d_2\,adm.} = 3 \times 4{,}35\ m \times 2{,}4\ m \left(1 - \frac{1{,}6\ m}{5 \times 2{,}55\ m}\right) 64{,}5\ t/m^2 = 476{,}7\ t$$

En el pilote más cargado (pila 12), $N_d = 1597 - 115\ t = 1482\ t$

($-115$ t: parte del peso del encepado)

$V_{d_2\,adm} > N_d$, **válido**.





## Armadura longitudinal Superior

Sección a flexión en las hipótesis de pilote traccionado.

Se añade el efecto del flector del pilote (ver página anterior, pilote "Δ" de la figura superior):

$$M_{d_1} = N_{d_1}\,(v + 0{,}15\,a) + M_{d\,(pilote)}\,\frac{d\,(pilote)}{d\,(encep.)} + P_e \cdot \gamma_s\, \ell/2$$

$d\,(encep) = 2{,}55$ m  $d\,(pilote) \simeq 1{,}6$ m  $v + 0{,}15a = 1{,}87$ m

$P_e = 115$ t  $\ell = 3{,}67$ m  $\gamma = 1{,}35$ (Peso del encepado, desfavorable)

Queda:

$$M_{d_1} = N_{d_1} \times 1{,}87\ m + M_{d\,(pilote)} \times 1{,}6\ m / 2{,}55\ m + 1{,}35 \times 115\ t \times 3{,}67\ m / 2$$

Se considera un ancho eficaz de 3 m, como en la armadura inferior

Esfuerzos:

$N_d$ máx $= +94$ t ; $M_d = 285$ mt (pila 12)

$M_{d_1} = 94\ t \times 1{,}87\ m + 285\ mt \times 1{,}6\ m/2{,}55\ m + 1{,}35 \times 115\ t \times 3{,}67\ m/2$

$M_{d_1} = 639$ mt

$\mu = 0{,}016$  $\omega = 0{,}018$  $A = 57\ cm^2 \equiv \phi 20\ a\ 15$ $(b = 3\ m)$

En el total del encepado: $60\phi 20$.

## Armadura longitudinal inferior secundaria

Se dispone en el espacio comprendido entre bandas de armadura principal una armadura de 1/4 de la armadura de cada banda:

$A_{ppal} = 248\ cm^2 \rightarrow A_{secund.} = 69\ cm^2 \equiv 10\ \phi 20$





## Armadura inferior secundaria transversal

- Mínimo geométrico:

Ver apartado anterior: no hay esfuerzos transmisión de esfuerzos de una pila a los pilotes de la otra. Se dispone una cuantía de 1/5 de la longitudinal:

$A_{ppal} = 2 \times 248\ cm^2 + \underbrace{62\ cm^2}_{(secundarios)} = 558\ cm^2$ (ppal)

$A_{secundarios} = 558/5 = 112\ cm^2$

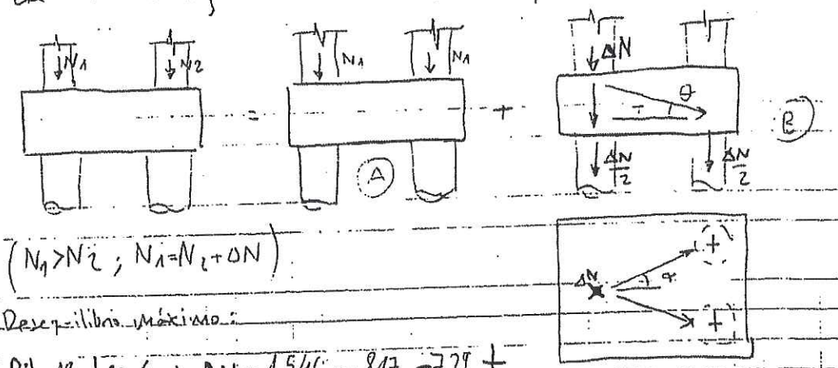
- ~~Si se cumple la cuantía mínima mecánica: $A_s = 0{,}04\ A_c\ f_{cd}/f_{yd} = 356\ cm^2$~~

$\alpha = 1{,}5 - 12{,}5\ \frac{A_s\ f_{yd}}{A_c\ f_{cd}}$ ; con $A_s = 231{,}4\ cm^2$ (ver más adelante)

$\alpha = 1{,}17 \rightarrow A = \alpha A_s = 1{,}17 \times 231{,}4 = 271\ cm^2 = 56\ \phi 25$

- Cálculo de la armadura necesaria por diferencia de los axiles de los fustes:

Suponiendo desequilibrio de axiles entre fustes, parte del "exceso" de axil de un fuste es absorbido por los pilotes del otro fuste.



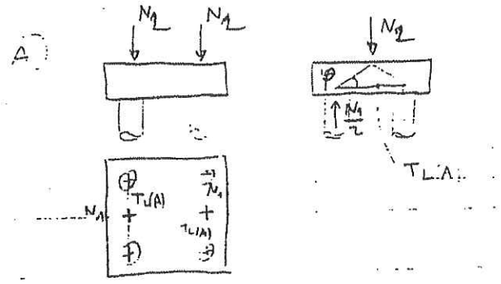

$(N_1 > N_2\ ;\ N_1 = N_2 + \Delta N)$

Desequilibrio máximo:

Pila P, hip. 4 : $\Delta N = 1546 - 817 = 729\ t$

Se superponen los casos A y B:

A)

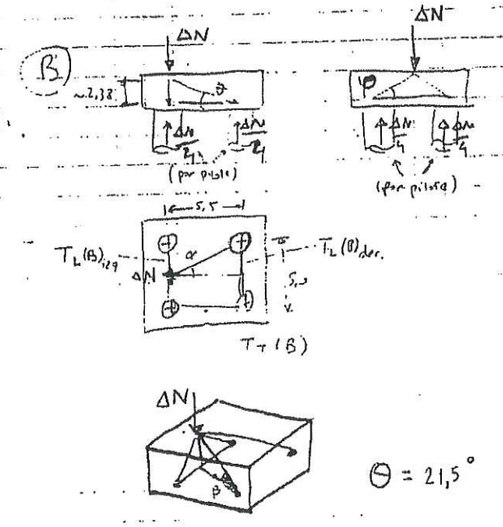



$T_{L(A)} = \frac{N_2}{2} / tg\,\varphi$

$\varphi = 40,9°$ $N_2 = 817\ t$

$T_{L(A)} = 471\ t$

B)




$\Delta N = 729\ t$

$T_{L(B)\,izq} = \frac{\Delta N}{4} / tg\,\varphi$

$T_{L(B)\,der.} = \left(\frac{\Delta N}{4} / tg\,\beta\right) \operatorname{sen}\varphi$

$T_{T(B)} = \frac{\Delta N}{4} / tg\,\theta$




$\theta = 21,5°$ $\varphi = 40,9°$ $\varphi = 24,4°$ $\beta = 19,8°$

Resulta:

$T_{L(B)\,izq} = 210,4\ t$ $T_{L(B)\,der.} = 209,1\ t$ $T_{T(B)} = 462,7\ t$

Superposición:

$T_L = 471 + 210,4 = 681,4\ t \equiv 170,4\ cm^2 << 248\ cm^2$ (obtenidos en el caso de máximo empuje pilote y sin considerar aporte transversal)

$T_T = 462,7\ t \equiv 115,7\ cm^2$ en cada banda transversal

$231,4\ cm^2$ total transversal

Mod. 54



Resumen de armaduras:

| | | TOTAL EN ENCEPADO |
|---|---|---|
| (1) | 2 capas de 16 φ 32 c/u | 64 φ 32 |
| (2) | 3 φ 25 | 6 φ 25 |
| (3) | 20 φ 20 | 20 φ 20 |
| (4) | 56 φ 25 | 56 φ 25 |
| (5) | 60 φ 20 | 60 φ 20 |
| (6) | 56 φ 25 | 56 φ 25 |
| (7) | 11 φ 20 | 11 φ 20 |
| (8) | N φ 20 (*) | 4N φ 20 (*) |

(*) N = nº de barras de la armadura del pilote

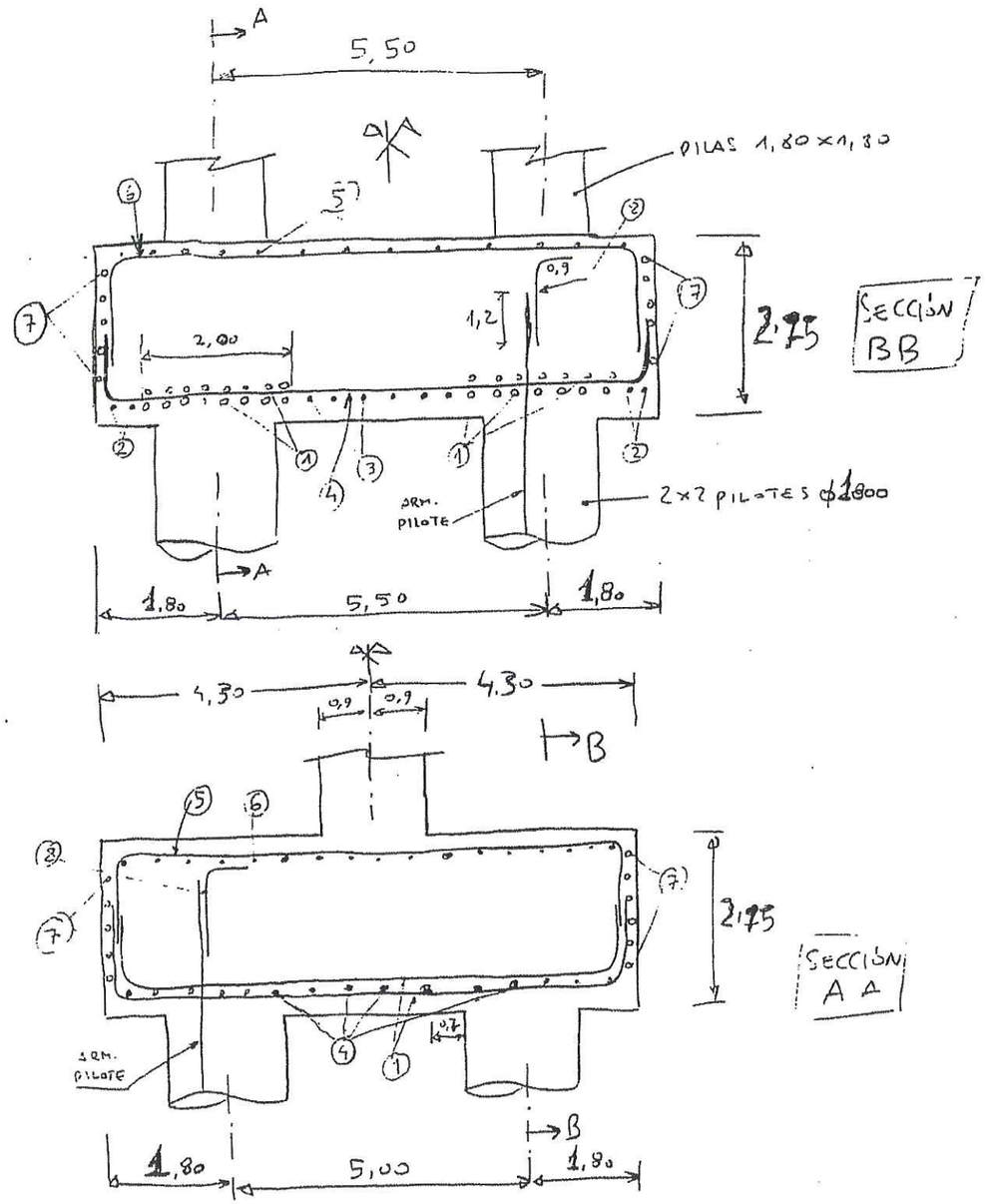
Mod. 54

ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA

De a Fecha

Pág. 7




Mod. 54

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: P
Fecha: 08/11/2002
Hora: 12:49:26

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

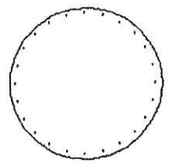
### 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 1800-24Fl25
ϕ [m] = 1.80
r [m] = 0.070
nº barras = 24

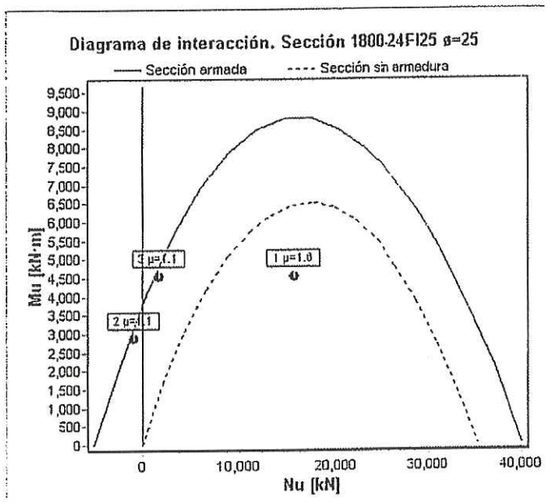


### 2 Diagrama

ϕ [mm] = 25

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 5122.2 | 0.0 |
| 0.215 | 6.6 | 2303.5 | 2132.1 |
| 0.345 | 7.2 | -515.1 | 4074.0 |
| 0.453 | 7.7 | -3333.7 | 5710.0 |
| 0.583 | 6.0 | -6152.3 | 6940.4 |
| 0.706 | 5.0 | -8970.9 | 7865.1 |
| 0.825 | 4.2 | -11789.5 | 8491.6 |
| 0.942 | 3.7 | -14608.1 | 8801.9 |
| 1.055 | 3.3 | -17426.7 | 8802.5 |
| 1.164 | 3.0 | -20245.4 | 8476.7 |
| 1.278 | 2.7 | -23064.0 | 7975.0 |
| 1.399 | 2.5 | -25882.6 | 7261.2 |
| 1.529 | 2.3 | -28701.2 | 6326.7 |
| 1.671 | 2.1 | -31519.8 | 5154.6 |
| 1.857 | 1.8 | -34338.4 | 3716.6 |
| 2.315 | 1.3 | -37157.0 | 2083.5 |
| 9999.000 | 0.4 | -39975.7 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 15540 | 4530 | 1.64 |
| 2 | -940 | 2850 | 1.11 |
| 3 | 1840 | 4540 | 1.14 |



Obra:
Fecha: 08/11/2002
Hora: 12:49:45

## Características mecánicas de las secciones

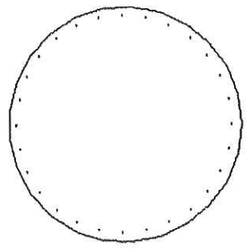
## 1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 25.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Sección : 1800-24Fl25
ϕ sección [m] = 1.80
r [m] = 0.070
nº barras = 24
ϕ redondos [mm] = 25



## 2 Resultados

| | Sección bruta | Sección homogeneizada |
|---|---|---|
| A [m²] | 2.5200 | 2.619 |
| Ix [m4] | 0.5046 | 0.5393 |
| Iy [m4] | 0.5046 | 0.5393 |
| ix [m] | 0.45 | 0.45 |
| iy [m] | 0.45 | 0.45 |
| x´g [m] | 0.89 | 0.89 |
| y´g [m] | 0.90 | 0.90 |

| | Sección fisurada |
|---|---|
| Ix [m4] | 0.0746 |
| Mfis [kN·m] | 1540.0 |
| y´fis [m] | 0.36 |

# ESTRIBOS

**LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD**

**MADRID-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA**

**Subtramo 0: Salida de Madrid y conexión con AVE Madrid - Sevilla**

# *VIADUCTO DEL MANZANARES – ESTRIBO 1*

**Octubre 2002**

DIRECCION TÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

ACS
PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

# INDICE

1.- INTRODUCCIÓN
2.- DESCRIPCIÓN
3.- NORMATIVA, MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD
4.- COMBINACIÓN DE ACCIONES
5.- DATOS DEL TERRENO
6.- CARGAS CONSIDERADAS
7.- PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO
8.- ANEJOS ESTRUCTURALES

- 8.1.- Cálculo del estribo
- 8.2.- Cálculo de la aleta y el muro en vuelta
- 8.3.- Cálculo de la armadura bajo apoyos

9.- CARGAS DEL TABLERO

10.- CROQUIS DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y ARMADURA

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto el cálculo del estribo 1 del viaducto del Manzanares en el subtramo 0 de la línea de alta velocidad Madrid – Barcelona – Frontera francesa.

## 2.- DESCRIPCIÓN

La estructura está formada por un tablero de vigas artesa de 650,0 m de longitud total con 18 vanos de 35,0 x 8 + 37,5 + 50,0 + 37,5 + 35,0 x 7 m de luz. La sección transversal está compuesta por dos vigas artesas prefabricadas pretensadas de 2,60 m de canto sobre las que se apoya una losa de hormigón armado de 0,25 m de espesor.

La estructura es recta y tiene un ancho de 14,0 m, lo que permite alojar dos vías con sus paseos.

Las características del terreno permiten una cimentación directa mediante zapatas en el estribo 1.

## 3.- NORMATIVA, MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

**Normativa:**

La normativa empleada ha sido la siguiente:

- EH-91: "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado"
- IAPF: "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril"

**Materiales y coeficientes de minoración de resistencias:**

| | | |
|---|---|---|
| Hormigón: | H-250 | $\gamma_c = 1.50$ |
| Acero pasivo: | AEH -500 | $\gamma_s = 1.15$ |

**Coeficientes de mayoración de acciones:**

Acciones de carácter permanente:

| | | |
|---|---|---|
| Efecto desfavorable: | $\gamma_f = 1.35$ | Control de ejecución intenso |
| Efecto favorable: | $\gamma_f = 1.00$ | Control de ejecución intenso |

Acciones de carácter permanente de valor no constante (empujes de tierras):

| | | |
|---|---|---|
| Efecto desfavorable: | $\gamma_f = 1.50$ | Control de ejecución intenso |
| Efecto favorable: | $\gamma_f = 1.00$ | Control de ejecución intenso |

Acciones de carácter variable:

| | | |
|---|---|---|
| Efecto desfavorable: | $\gamma_f = 1.50$ | Control de ejecución intenso |
| Efecto favorable: | $\gamma_f = 0.00$ | Control de ejecución intenso |

**ACS Proyectos, Obras y Construcciones, S.A.**
Línea de AV Madrid-Barcelona- Frontera Francesa. Subtramo 0. *Viaducto del Manzanares - Estribo 1*

## 4.- DATOS DEL TERRENO

**Terreno de relleno:**

| | |
|---|---|
| Densidad aparente del terreno (ρ) | 2,0 t/m$^3$ |
| Angulo de rozamiento interno($\phi$) | 30º |
| Coeficiente de empuje activo: | $K_{act} = tg^2 (45º-\phi/2) = 0,33$ |

El trasdós se supone drenado.

**Terreno de cimentación:**

| | |
|---|---|
| Tensión media admisible: | 4,0 Kg/cm$^2$ |

## 5.- COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Las combinaciones que se han considerado en el dimensionamiento de la estructura son las definidas en el Capítulo 5 de la IAPF.

*Estados Límite Últimos*

- Situaciones permanentes o transitorias

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

- Situaciones sísmicas

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

*Estados Límite de Servicio*

- Combinación poco probable

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

- Combinación frecuente

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

- Combinación cuasipermanente

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

## 6.- CARGAS CONSIDERADAS

Las cargas del tablero consideradas en el cálculo de la subestructura se han obtenido en los apartados anteriores y corresponden a las 16 combinaciones resultantes de la situación persistente o transitoria definida por la IAPF.

Además, se han considerado las siguientes acciones sobre el estribo:

### 6.1.Cargas Permanentes

- Peso propio. Se considera una densidad de 25 kN/m$^3$ para el hormigón.
- Empuje horizontal de las tierras. Para obtener el empuje de tierras sobre los estribos, se considera el coeficiente de empuje activo de las tierras, puesto que los muros no tiene impedido el desplazamiento en cabeza. Para un ángulo de rozamiento interno de 30º es:

$$K_{act} = tg^2 (45º-\phi/2) = 0,33$$

  No se considera empuje hidrostático puesto que habrá que prever drenaje en el trasdós de la estructura.

### 6.2. Cargas Variables

- Empuje horizontal inducido por la sobrecarga. Se considera el valor de 30 kN/m$^2$, actuando en los terraplenes de acceso de la estructura, afectado por el coeficiente de empuje al reposo, tal y como figura en la Instrucción IAPF en su artículo 2.3.8.*Sobrecarga en terraplenes.*

A partir de estos estados de carga simples, y ponderando las acciones con los correspondientes coeficientes de mayoración ya definidos, según marca la IAPF, se obtendrá una envolvente de esfuerzos en E.L.U. de agotamiento a flexión y cortante. Las envolventes se obtendrán para cada esfuerzo, máximo o mínimo, con sus esfuerzos concomitantes.

## 7.- PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Con las acciones totales sobre el estribo se emplea, para su definición, una hoja de cálculo que comprueba la estabilidad y permite el dimensionamiento de la zapata, y el muro del estribo.

Para el cálculo del muro en vuelta y la aleta se ha definido un modelo de elementos finitos para estudiar su comportamiento con el programa ANSYS.

# 8. ANEJOS ESTRUCTURALES

## 8.1.- Cálculo del estribo

Dimensionamiento de Estribos cerrados

Viaducto del Manzanares
Estribo 1

1. Datos

| | | |
|---|---|---|
| HM [m] = | 3.7 | Altura muro frontal (altura total menos altura del murete) |
| BM [m] = | 15.4 | Ancho del Muro Frontal |
| EC [m] = | 0.8 | Excentricidad de las cargas transmitidas por el tablero |
| Entrega [m] = | 0.6 | Entrega del tablero en el estribo |
| BT [m] = | 0.4 | Canto del murete |
| BL [m] = | 0 | Ancho de la zona de apoyo de la losa de transición |
| HL1 [m] = | 3.1 | Altura del murete en trasdós (Espesor del paquete de firme + 30 cm) |
| HL2 [m] = | 0 | Canto de la ménsula de apoyo de la losa de transición |
| theta [°] = | 0 | Ángulo de la cara inferior de la ménsula respecto de la horizontal |
| HT [m] = | 3.1 | Altura del murete |
| ancho tab = | 15.4 | Ancho total del estribo |
| BS [m] = | 0.4 | Canto del muro de respaldo al terminar la ménsula |
| BI [m] = | 0.4 | Canto del muro de respaldo en la unión con la zapata |
| LP [m] = | 1.5 | Longitud de la puntera |
| LT [m] = | 2.7 | Longitud del talón |
| BZ [m] = | 15.4 | Ancho total de la zapata |
| HZ [m] = | 1.3 | Canto de la zapata |

Aleta izquierda

| | | |
|---|---|---|
| La [m] = | 3.1 | Longitud de la aleta a partir de la cara exterior del murete |
| Ca [m] = | 0.5 | canto de la aleta en el extremo del voladizo |
| Lv [m] = | 0 | Longitud de la aleta a partir del final del muro en vuelta |
| ba [m] = | 0.4 | canto superior de la aleta /muro en vuelta |
| p (1H:pV) = | 1.00E+10 | pendiente de la aleta /muro en vuelta |
| Camax [m] = | 2.850 | Canto máximo de la aleta |

Aleta derecha

| | | |
|---|---|---|
| La [m] = | 3.1 | Longitud de la aleta a partir de la cara exterior del murete |
| Ca [m] = | 0.5 | canto de la aleta en el extremo del voladizo |
| Lv [m] = | 0 | Longitud de la aleta a partir del final del muro en vuelta |
| ba [m] = | 0.4 | canto superior de la aleta /muro en vuelta |
| p (1H:pV) | 1.00E+10 | pendiente de la aleta /muro en vuelta |
| Camax [m] = | 2.850 | Canto máximo de la aleta |





2. Algunos datos auxiliares

| | | |
|---|---|---|
| B, apoy [m] = | 1.4 | Ancho de la zona de apoyo |
| B,tot sup [m] = | 1.8 | Ancho máximo superior |
| B,cuña [m] = | 0 | Ancho del triángulo de la ménsula de apoyo de LT |
| B zona,desc[m] = | -1.11022E-16 | Zona a descontar o sumar en zona superior de estribo |
| B tot zap [m] = | 6 | Ancho total de la zapata |
| B zap - B tal [m] = | 3.3 | Ancho de la zapata menos longitud del talón |
| H tot est [m] = | 6.8 | Altura total del estribo |
| Hmuro+Hzap [m] = | 6.1 | Altura de estribo + canto de la zapata |

Aleta izq

| | | | |
|---|---|---|---|
| Long Muro vuel [m] = | 2.7 | exc MV [m] = | 4.65 |
| e medio MV [m] = | 0.40 | | |
| e medio rect, sup = | | | |

Aleta der

| | | | |
|---|---|---|---|
| Long Muro vuel [m] = | 2.7 | exc MV [m] = | 4.65 |
| e medio MV [m] = | 0.40 | | |

3. Datos del terreno

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| gamma [kN/m3] = | 20 | densidad del terreno | ka = | 0.333 |
| fi [°] = | 30 | ángulo de rozamiento interno | mu = | 0.577 |
| sc [kn/m2] = | 30 | | | |

4. Cálculo del peso propio

| Elemento | Peso [kN] | exc, puntera | M [kNm],punt puntera | M [kNm] cdg zap |
|---|---|---|---|---|
| Muro | 1994.300 | 2.200 | 4387.460 | 1595.440 |
| Murete | 477.400 | 3.100 | 1479.940 | -47.740 |
| Muro resp. | 569.800 | 3.100 | 1766.380 | -56.980 |
| | 0.000 | 3.300 | 0.000 | 0.000 |
| Apoyo LT | 0.000 | 3.300 | 0.000 | 0.000 |
| - zona triang | 0.000 | 3.300 | 0.000 | 0.000 |
| - zona a + o - | 0.000 | 3.300 | 0.000 | 0.000 |
| muro en vuelta, izq | 183.600 | 4.65 | 853.740 | -302.940 |
| muro en vuelta,der | 183.600 | 4.650 | 853.740 | -302.940 |
| aleta izq (1) | 0.000 | 6.000 | 0.000 | 0.000 |
| aleta izq (2) | 0.000 | 6.000 | 0.000 | 0.000 |
| aleta der (1) | 0.000 | 6.000 | 0.000 | 0.000 |
| aleta der (2) | 0.000 | 6.000 | 0.000 | 0.000 |
| zapata | 3198.000 | 3.000 | 9594.000 | 0.000 |
| TOTAL | 6606.700 | | 18935.260 | 884.840 |
| Sin zap | 3408.700 | | 9341.260 | |

5. Cálculo del empuje de tierras, respecto de la base de la zapata

| | Peso [kN] | Emp act | z | M, emp [kNm] | exc, cdg,zap | Mom P v [kNm] | Mom tot [kNm] | Mom puntera |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| tierras | 6022.080 | 3367.999 | 2.700 | 9093.597 | 1.650 | -9936.432 | -842.835 | 28002.672 |
| sc | 1247.400 | 1247.407 | 4.050 | 5051.999 | 1.650 | -2058.210 | 2993.789 | 5800.410 |
| TOTAL | 7269.480 | 4615.406 | | 14145.596 | | -11994.642 | 2150.954 | 33803.082 |
| | 1247.400 | | | | | | | |





6. Cálculo del empuje de tierras en arranques del muro

| | Peso [kN] | Emp act | z | M, emp [kNm] | Mom tot [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| tierras | 6022.080 | 2373.667 | 2.267 | 5380.311 | 5380.311 |
| sc | 1247.400 | 1047.206 | 3.400 | 3560.500 | 3560.500 |
| TOTAL | 7269.480 | 3420.873 | | 8940.811 | 8940.811 |

7. Cargas Transmitidas por el tablero (servicio)

| Envolvente | Nk [t] | Vyk [t] | Vzk [t] | Myk [mt] | Mzk [mt] | My, N [kNm] | My,base mur [kNm] | My,base zap [kNm] | Mz,base mur [kNm] | Mz,base zap [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N min | -1139 | 11 | 217 | 0.000 | 436 | 7973.000 | 9168.000 | 18823.000 | 4767.000 | 4910.000 |
| N max | -1043 | 11 | 217 | 0.000 | 436 | 7301.000 | 9072.000 | 18151.000 | 4767.000 | 4910.000 |
| Vy min | -882 | 11 | 141 | 0.000 | 1511 | 6174.000 | 6099.000 | 13224.000 | 15517.000 | 15660.000 |
| Vy max | -786 | 11 | 141 | 0.000 | 1511 | 5502.000 | 6003.000 | 12552.000 | 15517.000 | 15660.000 |
| Vz min | -779 | 11 | 141 | 0.000 | 1418 | 5453.000 | 5996.000 | 12503.000 | 14587.000 | 14730.000 |
| Vz max | -529 | 17 | 34 | 0.000 | 101 | 3703.000 | 1787.000 | 5403.000 | 1639.000 | 1860.000 |
| My min | -1043 | 5 | 217 | 0.000 | 392 | 7301.000 | 9072.000 | 18151.000 | 4105.000 | 4170.000 |
| My max | -882 | 5 | 141 | 0.000 | 1467 | 6174.000 | 6099.000 | 13224.000 | 14855.000 | 14920.000 |
| Mz min | -786 | 5 | 141 | 0.000 | 1467 | 5502.000 | 6003.000 | 12552.000 | 14855.000 | 14920.000 |
| Mz max | -1029 | 5 | 217 | 0.000 | 392 | 7203.000 | 9058.000 | 18053.000 | 4105.000 | 4170.000 |

8. Cargas Transmitidas por el Tablero ELU

| Envolvente | Nd [t] | Vyd [t] | Vzd [t] | Myd [mt] | Mzd [mt] | My, N [kNm] | My,base mur [kNm] | My,base zap [kNm] | Mz,base mur [kNm] | Mz,base zap [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N min | -1615 | 16 | 325 | 0.000 | 654 | 11305.000 | 13640.000 | 27555.000 | 7132.000 | 7340.000 |
| N max | -1485 | 16 | 325 | 0.000 | 654 | 10395.000 | 13510.000 | 26645.000 | 7132.000 | 7340.000 |
| Vy min | -1139 | 14 | 233 | 0.000 | 458 | 7973.000 | 8734.900 | 19623.000 | 5098.000 | 5280.000 |
| Vy max | -1229 | 16 | 212 | 0.000 | 2266 | 8603.000 | 7966.900 | 19203.000 | 23252.000 | 23460.000 |
| Vz min | -915 | 16 | 212 | 0.000 | 2266 | 6405.000 | 7935.500 | 17005.000 | 23252.000 | 23460.000 |
| Vz max | -904 | 16 | 212 | 0.000 | 2127 | 6328.000 | 7934.400 | 16928.000 | 21862.000 | 22070.000 |
| My min | -529 | 25 | 50 | 0.000 | 151 | 3703.000 | 1902.900 | 6203.000 | 2435.000 | 2760.000 |
| My max | -1615 | 8 | 325 | 0.000 | 588 | 11305.000 | 12186.500 | 27555.000 | 6176.000 | 6280.000 |
| Mz min | -1279 | 8 | 325 | 0.000 | 588 | 8953.000 | 12152.900 | 25203.000 | 6176.000 | 6280.000 |
| Mz max | -529 | 0 | 20 | 0.000 | 0 | 3703.000 | 792.900 | 4703.000 | 0.000 | 0.000 |





9. Comprobación de tensiones

| | |
|---|---|
| Area [m2] = | 98.4 |
| Wy [m3] = | 98.400 |
| Wz [m3] = | 268.960 |

| Envolvente | N,k [kN] | My,k [kNm] | Mz,k [kNm] | smáx [kN/m2] | smin [kN/m2] | s,adm [kN/m2] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N min | 25266.180 | 21858.794 | 4767.000 | 496.636 | 16.904 | 400.000 |
| N max | 24306.180 | 21186.794 | 4767.000 | 480.051 | 13.977 | 400.000 |
| | | | | | | 400.000 |
| Vy min | 22696.180 | 16259.794 | 15517.000 | 453.587 | 7.718 | 400.000 |
| Vy max | 21736.180 | 15587.794 | 15517.000 | 437.001 | 4.791 | 400.000 |
| | | | | | | 400.000 |
| Vz min | 21666.180 | 15538.794 | 14587.000 | 432.334 | 8.035 | 400.000 |
| Vz max | 19166.180 | 8438.794 | 1639.000 | 286.632 | 102.924 | 400.000 |
| | | | | | | 400.000 |
| My min | 24306.180 | 21186.794 | 4105.000 | 477.589 | 16.439 | 400.000 |
| My max | 22696.180 | 16259.794 | 14855.000 | 451.125 | 10.179 | 400.000 |
| | | | | | | 400.000 |
| Mz min | 21736.180 | 15587.794 | 14855.000 | 434.540 | 7.252 | 400.000 |
| Mz max | 24166.180 | 21088.794 | 4105.000 | 475.171 | 16.012 | 400.000 |
| | | | max /min | 496.636 | 4.791 | 500 ok |

10. Ley de tensiones en la zapata ELU - Dimensionamiento de zapata

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| fc [MPa] = | 25 | | | | |
| fyd [kN/cm2] = | 43.48 | | 2.4 | | |
| Area [m2] = | 98.400 | Lp [m] = | 1.950 | Luz de la puntera | |
| Wy [m3] = | 98.400 | Lt [m] = | 2.970 | | |
| Wz [m3] = | 268.960 | Md,tierras[kNr | 892.296 | Md,zap [kNm/. | 193.51 |

| | | | | | | | | Puntera | | | Talón | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Envolvente | N,k [kN] | My,k [kNm] | Mz,k [kNm] | smáx [kN/m2] | smin [kN/m2] | s,p [kN/m2] | R1d [kN/m] | Z1 [m] | Td [kN/m] | s,p [kN/m2] | Z1 [m] | R2d [kN/m] | Md [kNm/m] |
| N min | 35973.265 | 28749.534 | 7340.000 | 685.042 | 46.122 | 429.474 | 1337.42 | 1.108 | 1059.518 | 362.387 | 1.102 | 606.64 | 417.429 |
| N max | 34673.265 | 27839.534 | 7340.000 | 662.583 | 42.158 | 414.413 | 1292.40 | 1.108 | 1024.393 | 349.268 | 1.097 | 581.27 | 448.370 |
| Vy min | 31213.265 | 20817.534 | 5280.000 | 548.399 | 86.017 | 363.446 | 1094.21 | 1.119 | 855.942 | 314.896 | 1.202 | 595.36 | 369.946 |
| Vy max | 32113.265 | 20397.534 | 23460.000 | 620.871 | 31.837 | 385.258 | 1207.35 | 1.106 | 958.692 | 323.409 | 1.079 | 527.54 | 516.733 |
| Vz min | 28973.265 | 18199.534 | 23460.000 | 566.623 | 22.264 | 348.880 | 1098.60 | 1.105 | 873.854 | 291.722 | 1.060 | 466.27 | 591.466 |
| Vz max | 28863.265 | 18122.534 | 22070.000 | 559.555 | 27.097 | 346.572 | 1087.35 | 1.106 | 863.761 | 290.664 | 1.074 | 471.87 | 578.812 |
| My min | 25113.265 | 7397.534 | 2760.000 | 340.656 | 169.776 | 272.304 | 735.55 | 1.155 | 550.092 | 254.362 | 1.366 | 629.84 | 212.662 |
| My max | 35973.265 | 28749.534 | 6280.000 | 681.101 | 50.063 | 428.686 | 1331.74 | 1.109 | 1054.067 | 362.427 | 1.110 | 612.55 | 405.783 |
| Mz min | 32613.265 | 26397.534 | 6280.000 | 623.052 | 39.819 | 389.759 | 1215.37 | 1.108 | 963.305 | 328.519 | 1.097 | 546.98 | 485.752 |
| Mz max | 25113.265 | 5897.534 | 0.000 | 315.150 | 195.282 | 267.203 | 698.62 | 1.167 | 514.949 | 254.617 | 1.420 | 668.10 | 137.293 |
| | | | max /min | 685.042 | 22.264 | | | | 1059.518 | | | | 591.466 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| As[cm2/m] = | 26.488 | U0 [kN] = | 17708.33333 |
| Amin,m[cm2/m]= | 19.933 | Mlim [kNm] = | 8301 |
| | | As [cm2/m] = | 11.032 |
| As [cm2/m] = | 26.488 | Amin,m [cm2/m]= | 19.933 |
| | | As [cm2/m] = | 19.933 |

Cuantía mínima: $\frac{1}{1,3} \frac{2500/1,5}{6100/1,15} 10^4 = 17,64 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\phi 16$ a 0,10





11. Dimensionamiento Arranque de muro

| | |
|---|---|
| Canto muro = | 1 |

| Envolvente | Md [kNm/m] |
|---|---|
| N min | 1756.573 |
| N max | 1748.131 |
| Vy min | 1438.060 |
| Vy max | 1388.189 |
| Vz min | 1386.150 |
| Vz max | 1386.079 |
| My min | 994.423 |
| My max | 1662.189 |
| Mz min | 1660.008 |
| Mz max | 922.345 |
| Md, max [kNm/m] = | 1756.573 |
| U0 [kN/m] = | 24791.67 |
| Mlim [kNm/m] = | 16269.53125 |
| As [cm2/m] = | 44.244 |

Cuantías mínimas
- Geométricas:
  - + Horizontal: $3,2 \; 1,8 \; 10 = 57,6 \text{ cm}^2$ $28,8 \text{ cm}^2/\text{cara}$
  - + Vertical: $0,9 \; 1,8 \cdot 10 = 16,2 \text{ cm}^2$
- Mecánicas: $0,04 \; 1,8 \; \frac{2500/1,5}{5100/1,15} 10^4 = 27,06 \text{ cm}^2/\text{m}$

12. Dimensionamiento murete

| | Emp act [kN/m] | exc [m] | Md [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| Tierras | 32.034 | 1.033 | 49.652 |
| sc | 31.000 | 1.550 | 72.075 |
| | | Md, tot = | 121.727 |
| | | U0 [kN/m] = | 4956.333 |
| | | Mlim [kNm/m] | 650.781 |
| | | As [cm2/m] = | 8.301 |

Cuantías mínimas
- Geométricas:
  - + Horizontal: $3,2 \; 0,4 \; 10 = 12,8 \text{ cm}^2/\text{m}$ $6,4 \text{ cm}^2/\text{cara}$
  - + Vertical: $0,9 \; 0,4 \cdot 10 = 3,6 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Mecánicas: $0,04 \; 0,4 \; \frac{2500/1,5}{5100/1,15} 10^4 = 6 \text{ cm}^2/\text{m}$

13. Deslizamiento

| | Ve [kN] | Vv [kN] | gamma d |
|---|---|---|---|
| N min | 14587.477 | 7867.03 | 1.85 |
| N max | 14033.219 | 7867.03 | 1.78 |
| Vy min | 13103.683 | 6946.82 | 1.89 |
| Vy max | 12549.425 | 6737.31 | 1.86 |
| Vz min | 12509.010 | 6737.31 | 1.86 |
| Vz max | 11065.630 | 6737.31 | 1.64 |
| My min | 14033.219 | 5121.51 | 2.74 |
| My max | 13103.683 | 7865.81 | 1.67 |
| Mz min | 12549.425 | 7865.81 | 1.60 |
| Mz max | 13952.390 | 4815.41 | 2.90 |
| | mínimo gammad = | | 1.60 |

14. Vuelco

| | Me [kN] | Mv [kN] | gamma d |
|---|---|---|---|
| N min | 76657.342 | 24995.60 | 3.07 |
| N max | 74641.342 | 24995.60 | 2.99 |
| Vy min | 71260.342 | 21195.60 | 3.36 |
| Vy max | 69244.342 | 21195.60 | 3.27 |
| Vz min | 69097.342 | 21195.60 | 3.26 |
| Vz max | 63847.342 | 15845.60 | 4.03 |
| My min | 74641.342 | 24995.60 | 2.99 |
| My max | 71260.342 | 21195.60 | 3.36 |
| Mz min | 69244.342 | 21195.60 | 3.27 |
| Mz max | 74347.342 | 24995.60 | 2.97 |
| | mínimo gammav = | | 2.97 |

## 8.2.- Cálculo de la aleta y el muro en vuelta

# CÁLCULO DE MUROS.

## 1.-DATOS DEL MURO.

### 1.1.- GEOMETRÍA DEL MURO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ancho en coronación. | B= | 0.55 | m. |
| Altura del Muro | H= | 6.80 | m. |
| Puntera | P= | 1.50 | m. |
| Talón | T= | 7.70 | m. |
| Canto de la Zapata | Z= | 1.30 | m. |
| Incremento en trasdos de base de muro | $\Delta B_T$= | 0.00 | m. |
| Incremento en intrados de base de muro | $\Delta B_P$= | 0.00 | m. |

### 1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Recubrimientos en muro | $r_m$= | 5.00 | cm | | |
| Recubrimientos en zapata | $r_z$= | 5.00 | cm | | |
| Peso específico del Hormigón. | $\gamma_h$= | 2.50 | $T/m^3$ | | |
| Resistencia Característica del Hormigón en Alzado de Muro | $f_{ck}$= | 250 | y en zapata | 250 | $kp/cm^2$ |
| Resistencia Característica del Acero | $f_{yk}$= | 5100 | $kp/cm^2$ | | |
| Coeficiente de minoración del Hormigón | $\gamma_c$= | 1.50 | | | |
| Coeficiente de minoración del Acero | $\gamma_s$= | 1.15 | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Cargas Permanentes | $\gamma_{fcp}$= | 1.50 | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Sobrecargas | $\gamma_{fsc}$= | 1.50 | | | |

### 1.3.- DATOS DEL TERRENO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Angulo de rozamiento interno del terreno de cimentación | $\phi c$= | 30 | ° |
| Angulo de rozamiento interno del relleno | $\phi$= | 30 | ° |
| Angulo de rozamiento en contacto terreno-muro | $\delta$= | 0 | ° |
| Angulo del terreno en trasdos | $\beta$= | 0 | ° |
| Angulo del terreno en intrados | $\eta$= | 0 | ° |
| Peso específico apararente del terreno. | $\gamma$= | 2.00 | $T/m^3$ |
| Altura de tierras sobre puntera | $H_p$= | 0.00 | m. |
| Tensión Media Admisible del terreno. | $\sigma$,adm= | 4.00 | $kp/cm^2$ |
| Coeficiente de minoración del Empuje Pasivo | $\gamma_p$= | 0.00 | |
| Nivel freático en trasdos.Profundidad desde coronación | PNF= | | No hay |
| Nivel de lámina de agua en intrados desde coronación | $P_A$= | | No hay |
| Densidad sumergida del terreno. | $\gamma'$= | | No hay |
| Subpresión bajo cimentación, en puntera | Sp= | 0.00 | T/m2. |
| Subpresión bajo cimentación, en talón | St= | 0.00 | T/m2. |

### 1.4.- ACCIONES EXTERIORES.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sobrecarga en trasdos de muro | q= | 3.00 | T/ml |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Horizontal Ch=ac/2g | Ch= | 0.00 | |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Vertical | Cv= | 0.00 | |
| **Acciones exteriores en coronación de muro.** (En el centro de la coronación) | | | |
| Axil de compresión | N= | 0.00 | T/ml |
| Fuerza horizontal | Fh= | 0.00 | T/ml |
| Axil de compresión | M= | 0.00 | mT/ml |





## 2.- CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE.

Los coeficientes de empuje Activo y Pasivo son los que marca la IAP-98 para el caso de sismo, definidos por Mononobe-Okabe. Estos coeficientes son para el caso de no haber sismo idénticos a los propuestos por Coulomb.

El coeficiente de empuje del terreno en el **trasdos** será el Activo o el Reposo.

El caso de Empuje Activo es:
$$k_a = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(\phi+\alpha-\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\alpha)\cdot \operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot \operatorname{sen}(\phi-\vartheta-\beta)}{\operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot \operatorname{sen}(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

Donde: $\alpha$ es el ángulo que forma el trasdos del muro con la horizontal

y $\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**Coeficiente de empuje Activo**

| | | |
|---|---|---|
| El coeficiente de empuje en el trasdos del muro es: | **Ka=** | **0.333** |
| El coeficiente de empuje en el trasdos de la zapata es: | **Ka=** | **0.333** |

Estos coeficientes de empujes proyectados según la horizontal y la vertical dan como resultado los siguientes:

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** del muro: | **Kh,t=** | **0.333** |
| Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** del muro: | **Kv,t=** | **0.000** |
| Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** de zapata: | **Kh,tz=** | **0.333** |
| Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** de zapata: | **Kv,tz=** | **0.000** |

El coeficiente de empuje del terreno en el **intrados** será el Pasivo ó el Reposo.

El caso de Empuje Pasivo es:
$$k_p = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(-\phi+\varepsilon+\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\varepsilon)\cdot \operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot\left[1-\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot \operatorname{sen}(\phi+\vartheta+\eta)}{\operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot \operatorname{sen}(\varepsilon+\eta)}}\right]^2}$$

Donde: $\varepsilon$ es el ángulo que forma el intrados del muro con la horizontal

y $\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**No se considera el empuje en el intrados en este caso**

## 3.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD.

### 3.1.- ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO.

Frente a las acciones de los empujes horizontales desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al deslizamiento sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{desl,adm} < \gamma_{desl} = \frac{N \cdot \mu + E_{i,h} + \mu \cdot E_{i,v} - S \cdot \mu - E_{s,h}}{E_{t,h} - \mu \cdot E_{t,v}}$$

Donde: N es el peso de muro más tierras que producen rozamiento
S es la subpresión en base de la cimentación del muro
$E_{i,h}$ es el empuje horizontal en el intrados
$E_{i,v}$ es el empuje vertical en el intrados
$E_{t,h}$ es el empuje horizontal en el trasdos
$E_{t,v}$ es el empuje vertical en el trasdos
$\mu$ es el coeficiente de rozamiento entre zapata y terreno $\mu = tg(\phi_c)$
Y $E_{s,h}$ es el empuje horizontal del peso del muro producido por el sismo

En este caso se fija **γdesl,adm= 1.5** Como valor admisible.

El coeficiente al deslizamiento resultante es: **γdesl= 3.25**
**Luego se cumple la estabilidad al deslizamiento**

### 3.2.- ESTABILIDAD AL VUELCO.

Frente a las acciones de los momentos desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al vuelco sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{v,adm} < \gamma_{vuelco} = \frac{M_{est}}{M_{volc}}$$

Donde: Mest es el momento estabilizador producido por el peso propio menos la subpresión más el producido por los empujes del intrados
Mvolc es el momento volcador producido por los empujes del trasdos

En este caso se fija: **γvuelc,adm= 1.6** Como valor admisible.

El coeficiente al vuelco resultante es: **γvuelc= 10.07**
**Luego se cumple la estabilidad al vuelco**





## 4.- COMPROBACIÓN DE TENSIONES EN LA CIMENTACIÓN.

Frente a la totalidad de acciones la cimentación deberá cumplir las dos condiciones siguientes:

1- La **tensión media** deberá ser menor que la admisible por el terreno $\sigma_{media} < \sigma_{adm}$
Donde en este caso se fija el calor de **σadm=** **4** **kp/cm²**

2- La **tensión máxima** deberá ser menor que la tensión punta del terreno $\sigma_{max} < \sigma_{punta} = 1.25 \cdot \sigma_{adm}$
Mientras que el valor punta es **σpunta =** **5** **kp/cm²**

Bajo la totalidad de acciones la cimentación se encuentra:
**Todo comprimido**
Los resultados de tensión máxima y media son:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensión media= | **1.73** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Tensión máxima = | **1.79** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Zona comprimida = | **9.75 m.** | | |

## 5.- CÁLCULO DE ARMADURAS DEL MURO.

### 5.1.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ALZADO DEL MURO.

Nº de secciones de cálculo de armaduras de flexión en el alzado del muro: 6

| Sección Nº | Distancia a coronación(m) | Espesor(m) | Md(mt) | As flexión muro(cm²/m) | | | As rep. (cm²/m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Trasdos | Por | Intrados | Trasdos | Intrados |
| 1 | 6.80 | 0.55 | 87.09 | 45.86 | Cálculo | 1.65 | 8.80 | 8.80 |
| 2 | 5.67 | 0.55 | 54.41 | 26.78 | Cálculo | 1.65 | 8.80 | 8.80 |
| 3 | 4.53 | 0.55 | 30.94 | 14.62 | Cálculo | 1.65 | 8.80 | 8.80 |
| 4 | 3.40 | 0.55 | 15.22 | 8.27 | Mín Mec. | 1.65 | 8.80 | 8.80 |
| 5 | 2.27 | 0.55 | 5.79 | 8.27 | Mín Mec. | 1.65 | 8.80 | 8.80 |
| 6 | 1.13 | 0.55 | 1.21 | 8.27 | Mín Mec. | 1.65 | 8.80 | 8.80 |

**5.2-COMPROBACIÓN DE CORTANTE.**

| Sección Nº | Dist a Coron. | Canto útil (m | Vd(T/m) | Cort. Efect. Vrd(T/m) | $V_{u1}$(T/m) | $V_{u2}$(T/m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.30 | 0.50 | 29.30 | 29.30 | 250.00 | 29.60 | No necesita As de Cort. |
| 2 | 5.67 | 0.50 | 24.56 | 24.56 | 250.00 | 24.85 | No necesita As de Cort. |
| 3 | 4.53 | 0.50 | 17.08 | 17.08 | 250.00 | 20.29 | No necesita As de Cort. |
| 4 | 3.40 | 0.50 | 10.88 | 10.88 | 250.00 | 16.68 | No necesita As de Cort. |
| 5 | 2.27 | 0.50 | 5.97 | 5.97 | 250.00 | 16.36 | No necesita As de Cort. |
| 6 | 1.13 | 0.50 | 2.34 | 2.34 | 250.00 | 16.04 | No necesita As de Cort. |

$$0.04 \cdot 0.55 \cdot \frac{2500/1.5}{5100/1.5} 10^4 = 8.26\ cm^2$$

### 5.3.- RESISTENCIA A ESFUERZO RASANTE EN LA JUNTA DE HORMIGONADO (ALZADO-ZAPATA).

La tensión rasante que solicita la junta en la sección debe cumplir:

$$\tau_{md} \le \beta \cdot f_{ct,d} + \frac{A_{st}}{s \cdot p} \cdot f_{y\alpha,d} \cdot (\mu \cdot \mathrm{sen}\,\alpha + \cos\alpha) + \mu \cdot \sigma_{cd} \le 0.25 \cdot f_{cd}$$

Donde:
τmd es el valor medio de la tensión rasante de cálculo en la junta (alzado-zapata)
β es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado β =0.2
fcd es la resistencia a compresión simple del hormigón más débil de la junta.
El factor Ast/s·p es la armadura por metro lineal de junta.
fyα,d es la resistencia de cálculo de las armaduras transversales no mayor de 4000 kp/cm2.
μ es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado μ=0.6
α es el ángulo que forman las diferentes armaduras transversales con el plano de la junta.
σcd es la tensión de cálculo normal al plano de la junta.
fct,d es la resistencia de cálculo a tracción del hormigón más débil de la junta.

El resultado es:

**τ md= 6.05 kp/cm2**
**τ adm= 24.64 kp/cm2**

**Se cumple el estado límite de agotamiento por esfuerzos rasantes en la junta**

### 5.4.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ZAPATA.

Los resultados del dimensionamiento por flexión en la zapata, siguiendo la norma EHE para cimentaciones flexibles son los siguientes:

Del lado del **trasdos:**

Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= -103.00 Se tracciona la cara superior de la zapata**

Del lado del **intrados:**

Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= 25.03 Se tracciona la cara inferior de la zapata**

Resultados de armaduras

| | As Flexion(cm²/ml) | | As Reparto (cm²/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| As total | As Superior | As inferior | As Superior | As inferior |
| Trasdos | 19.54 | 7.80 | 11.70 | 11.70 |
| Intrados | 7.80 | 19.54 | 11.70 | 11.70 |

Resultado de armadura de flexión del lado del trasdos por: Cuantía Mínima Mecánica
Resultado de armadura de flexión del lado del intrados por: Cuantía Mínima Mecánica

### 5.5.- COMPROBACIÓN DE CORTANTE EN ZAPATA.

Se comprueba el Estado Límite de tensiones tangenciales en la zapata en la sección de cálculo $S_2$ según marca la EHE a un canto útil del borbe del alzado del muro. Los resultados son los siguientes:

| | Vd(T/ml) | Vu1(T/ml) | Vu2(T/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| Lado trasdos | -22.39 | 625.00 | 33.08 | No necesita Armadura de Cortante |
| Lado intrados | 5.04 | 625.00 | 33.08 | No necesita Armadura de Cortante |





Cortante:

$$\left[1{,}5 + 0{,}5 \cdot \frac{d}{2} + 3{,}55 \cdot 5\right] 0{,}33 \cdot 3 = 27{,}27\ T$$

Armas.

$$0{,}5 \cdot 0{,}33 \cdot 2{,}0 \cdot \frac{0{,}8}{2} \cdot 4{,}0 + 0{,}33 \cdot 3{,}55 \cdot 2 \cdot \frac{3{,}55}{2} \cdot 5 +$$

$$+ 0{,}33 \cdot 2{,}0 \cdot 0{,}8 \cdot \frac{2{,}0}{2} \cdot \frac{4{,}0}{2} = 27{,}26\ T$$

Mod. 54

# CÁLCULO DE MUROS.

## 1.-DATOS DEL MURO.

### 1.1.- GEOMETRÍA DEL MURO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ancho en coronación. | B= | 0.30 | m. |
| Altura del Muro | H= | 3.55 | m. |
| Puntera | P= | 1.50 | m. |
| Talón | T= | 7.70 | m. |
| Canto de la Zapata | Z= | 1.30 | m. |
| Incremento en trasdos de base de muro | $\Delta B_T$= | 0.00 | m. |
| Incremento en intrados de base de muro | $\Delta B_P$= | 0.00 | m. |

### 1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Recubrimientos en muro | $r_m$= | 5.00 | cm | | |
| Recubrimientos en zapata | $r_z$= | 5.00 | cm | | |
| Peso específico del Hormigón. | $\gamma_h$= | 2.50 | $T/m^3$ | | |
| Resistencia Característica del Hormigón en Alzado de Muro | $f_{ck}$= | 250 | | y en zapata 250 | $kp/cm^2$ |
| Resistencia Característica del Acero | $f_{yk}$= | 5100 | $kp/cm^2$ | | |
| Coeficiente de minoración del Hormigón | $\gamma_c$= | 1.50 | | | |
| Coeficiente de minoración del Acero | $\gamma_s$= | 1.15 | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Cargas Permanentes | $\gamma_{fcp}$= | 1.50 | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Sobrecargas | $\gamma_{fsc}$= | 1.50 | | | |

### 1.3.- DATOS DEL TERRENO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Angulo de rozamiento interno del terreno de cimentación | $\phi c$= | 30 | ° |
| Angulo de rozamiento interno del relleno | $\phi$= | 30 | ° |
| Angulo de rozamiento en contacto terreno-muro | $\delta$= | 0 | ° |
| Angulo del terreno en trasdos | $\beta$= | 0 | ° |
| Angulo del terreno en intrados | $\eta$= | 0 | ° |
| Peso específico apararente del terreno. | $\gamma$= | 2.00 | $T/m^3$ |
| Altura de tierras sobre puntera | $H_P$= | 0.00 | m. |
| Tensión Media Admisible del terreno. | $\sigma$,adm= | 4.00 | $kp/cm^2$ |
| Coeficiente de minoración del Empuje Pasivo | $\gamma_p$= | 0.00 | |
| Nivel freático en trasdos.Profundidad desde coronación | PNF= | | No hay |
| Nivel de lámina de agua en intrados desde coronación | $P_A$= | | No hay |
| Densidad sumergida del terreno. | $\gamma$ '= | | No hay |
| Subpresión bajo cimentación, en puntera | Sp= | 0.00 | T/m2. |
| Subpresión bajo cimentación, en talón | St= | 0.00 | T/m2. |

### 1.4.- ACCIONES EXTERIORES.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sobrecarga en trasdos de muro | q= | 3.00 | T/ml |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Horizontal Ch=ac/2g | Ch= | 0.00 | |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Vertical | Cv= | 0.00 | |
| **Acciones exteriores en coronación de muro.** (En el centro de la coronación) | | | |
| Axil de compresión | N= | 0.00 | T/ml |
| Fuerza horizontal | Fh= | 0.00 | T/ml |
| Axil de compresión | M= | 0.00 | mT/ml |





## 2.- CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE.

Los coeficientes de empuje Activo y Pasivo son los que marca la IAP-98 para el caso de sismo, definidos por Mononobe-Okabe. Estos coeficientes son para el caso de no haber sismo idénticos a los propuestos por Coulomb.

El coeficiente de empuje del terreno en el **trasdos** será el Activo o el Reposo.

El caso de Empuje Activo es:
$$k_a = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(\phi+\alpha-\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\alpha)\cdot \operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot \operatorname{sen}(\phi-\vartheta-\beta)}{\operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot \operatorname{sen}(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

Donde: $\alpha$ es el ángulo que forma el trasdos del muro con la horizontal

y $\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**Coeficiente de empuje Activo**

| | | |
|---|---|---|
| El coeficiente de empuje en el trasdos del muro es: | **Ka=** | **0.333** |
| El coeficiente de empuje en el trasdos de la zapata es: | **Ka=** | **0.333** |

Estos coeficientes de empujes proyectados según la horizontal y la vertical dan como resultado los siguientes:

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** del muro: | **Kh,t=** | **0.333** |
| Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** del muro: | **Kv,t=** | **0.000** |
| Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** de zapata: | **Kh,tz=** | **0.333** |
| Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** de zapata: | **Kv,tz=** | **0.000** |

El coeficiente de empuje del terreno en el **intrados** será el Pasivo ó el Reposo.

El caso de Empuje Pasivo es:
$$k_p = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(-\phi+\varepsilon+\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\varepsilon)\cdot \operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot\left[1-\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot \operatorname{sen}(\phi+\vartheta+\eta)}{\operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot \operatorname{sen}(\varepsilon+\eta)}}\right]^2}$$

Donde: $\varepsilon$ es el ángulo que forma el intrados del muro con la horizontal

y $\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**No se considera el empuje en el intrados en este caso**

## 3.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD.

### 3.1.- ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO.

Frente a las acciones de los empujes horizontales desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al deslizamiento sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{desl,adm} < \gamma_{desl} = \frac{N \cdot \mu + E_{i,h} + \mu \cdot E_{i,v} - S \cdot \mu - E_{s,h}}{E_{t,h} - \mu \cdot E_{t,v}}$$

Donde: N es el peso de muro más tierras que producen rozamiento
S es la subpresión en base de la cimentación del muro
$E_{i,h}$ es el empuje horizontal en el intrados
$E_{i,v}$ es el empuje vertical en el intrados
$E_{t,h}$ es el empuje horizontal en el trasdos
$E_{t,v}$ es el empuje vertical en el trasdos
$\mu$ es el coeficiente de rozamiento entre zapata y terreno $\mu = tg(\phi_c)$
Y $E_{s,h}$ es el empuje horizontal del peso del muro producido por el sismo

En este caso se fija **γdesl,adm= 1.5** Como valor admisible.

El coeficiente al deslizamiento resultante es: **γdesl= 5.06**
**Luego se cumple la estabilidad al deslizamiento**

### 3.2.- ESTABILIDAD AL VUELCO.

Frente a las acciones de los momentos desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al vuelco sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{v,adm} < \gamma_{vuelco} = \frac{M_{est}}{M_{volc}}$$

Donde: Mest es el momento estabilizador producido por el peso propio menos la subpresión más el producido por los empujes del intrados
Mvolc es el momento volcador producido por los empujes del trasdos

En este caso se fija: **γvuelc,adm= 1.6** Como valor admisible.

El coeficiente al vuelco resultante es: **γvuelc= 24.16**
**Luego se cumple la estabilidad al vuelco**





## 4.- COMPROBACIÓN DE TENSIONES EN LA CIMENTACIÓN.

Frente a la totalidad de acciones la cimentación deberá cumplir las dos condiciones siguientes:

1- La **tensión media** deberá ser menor que la admisible por el terreno $\sigma_{media} < \sigma_{adm}$
Donde en este caso se fija el calor de **σadm=** **4** **kp/cm²**

2- La **tensión máxima** deberá ser menor que la tensión punta del terreno $\sigma_{max} < \sigma_{punta} = 1.25 \cdot \sigma_{adm}$
Mientras que el valor punta es **σpunta =** **5** **kp/cm²**

Bajo la totalidad de acciones la cimentación se encuentra:
**Todo comprimido**
Los resultados de tensión máxima y media son:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensión media= | **1.17** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Tensión máxima = | **1.41** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Zona comprimida = | **9.5 m.** | | |

## 5.- CÁLCULO DE ARMADURAS DEL MURO.

### 5.1.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ALZADO DEL MURO.

Nº de secciones de cálculo de armaduras de flexión en el alzado del muro: 6

| | Distancia a | | | As flexión muro(cm²/m) | | | As rep.(cm²/m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sección Nº | coronación(m) | Espesor(m) | Md(mt) | Trasdos | Por | Intrados | Trasdos | Intrados |
| 1 | 3.55 | 0.30 | 16.91 | 17.08 | Cálculo | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 2 | 2.96 | 0.30 | 10.88 | 10.50 | Cálculo | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 3 | 2.37 | 0.30 | 6.41 | 6.01 | Cálculo | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 4 | 1.77 | 0.30 | 3.30 | 4.51 | Mín Mec. | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 5 | 1.18 | 0.30 | 1.33 | 4.51 | Mín Mec. | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 6 | 0.59 | 0.30 | 0.30 | 4.51 | Mín Mec. | 0.90 | 4.80 | 4.80 |

**5.2-COMPROBACIÓN DE CORTANTE.**

| | | | | Cort. Efect. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sección Nº | Dist a Coron. | Canto útil (m | Vd(T/m) | Vrd(T/m) | $V_{u1}$(T/m) | $V_{u2}$(T/m) | |
| 1 | 3.30 | 0.25 | 10.40 | 10.40 | 125.00 | 15.10 | No necesita As de Cort. |
| 2 | 2.96 | 0.25 | 8.81 | 8.81 | 125.00 | 12.86 | No necesita As de Cort. |
| 3 | 2.37 | 0.25 | 6.35 | 6.35 | 125.00 | 10.66 | No necesita As de Cort. |
| 4 | 1.77 | 0.25 | 4.24 | 4.24 | 125.00 | 9.64 | No necesita As de Cort. |
| 5 | 1.18 | 0.25 | 2.48 | 2.48 | 125.00 | 9.56 | No necesita As de Cort. |
| 6 | 0.59 | 0.25 | 1.06 | 1.06 | 125.00 | 9.47 | No necesita As de Cort. |

### 5.3.- RESISTENCIA A ESFUERZO RASANTE EN LA JUNTA DE HORMIGONADO (ALZADO-ZAPATA).

La tensión rasante que solicita la junta en la sección debe cumplir:

$$\tau_{md} \le \beta \cdot f_{ct,d} + \frac{A_{st}}{s \cdot p} \cdot f_{y\alpha,d} \cdot (\mu \cdot \operatorname{sen}\alpha + \cos\alpha) + \mu \cdot \sigma_{cd} \le 0.25 \cdot f_{cd}$$

Donde:
τmd es el valor medio de la tensión rasante de cálculo en la junta (alzado-zapata)
β es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado β =0.2
fcd es la resistencia a compresión simple del hormigón más débil de la junta.
El factor Ast/s·p es la armadura por metro lineal de junta.
fyα,d es la resistencia de cálculo de las armaduras transversales no mayor de 4000 kp/cm2.
μ es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado μ=0.6
α es el ángulo que forman las diferentes armaduras transversales con el plano de la junta.
σcd es la tensión de cálculo normal al plano de la junta.
fct,d es la resistencia de cálculo a tracción del hormigón más débil de la junta.

El resultado es:

**τ md= 3.87 kp/cm2**
**τ adm= 17.56 kp/cm2**

**Se cumple el estado límite de agotamiento por esfuerzos rasantes en la junta**

### 5.4.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ZAPATA.

Los resultados del dimensionamiento por flexión en la zapata, siguiendo la norma EHE para cimentaciones flexibles son los siguientes:

Del lado del **trasdos:**
Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= -23.57 Se tracciona la cara superior de la zapata**

Del lado del **intrados:**
Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= 11.03 Se tracciona la cara inferior de la zapata**

Resultados de armaduras

| | As flexión(cm²/ml) | | As Reparto(cm²/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| As total | As Superior | As inferior | As Superior | As inferior |
| Trasdos | 19.54 | 7.80 | 11.70 | 11.70 |
| Intrados | 7.80 | 19.54 | 11.70 | 11.70 |

Resultado de armadura de flexión del lado del trasdos por: Cuantía Mínima Mecánica
Resultado de armadura de flexión del lado del intrados por: Cuantía Mínima Mecánica

### 5.5.- COMPROBACIÓN DE CORTANTE EN ZAPATA.

Se comprueba el Estado Límite de tensiones tangenciales en la zapata en la sección de cálculo $S_2$ según marca la EHE a un canto útil del borbe del alzado del muro. Los resultados son los siguientes:

| | Vd(T/ml) | Vu1(T/ml) | Vu2(T/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| Lado trasdos | -8.10 | 625.00 | 33.08 | No necesita Armadura de Cortante |
| Lado intrados | 2.27 | 625.00 | 33.08 | No necesita Armadura de Cortante |





# CÁLCULO DE MUROS.

## 1.-DATOS DEL MURO.

### 1.1.- GEOMETRÍA DEL MURO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ancho en coronación. | B= | 0.30 | m. |
| Altura del Muro | H= | 3.55 | m. |
| Puntera | P= | 0.40 | m. |
| Talón | T= | 2.00 | m. |
| Canto de la Zapata | Z= | 0.60 | m. |
| Incremento en trasdos de base de muro | $\Delta B_T$= | 0.00 | m. |
| Incremento en intrados de base de muro | $\Delta B_P$= | 0.00 | m. |

### 1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Recubrimientos en muro | $r_m$= | 5.00 | cm | | | |
| Recubrimientos en zapata | $r_z$= | 5.00 | cm | | | |
| Peso específico del Hormigón. | $\gamma_h$= | 2.50 | T/m³ | | | |
| Resistencia Característica del Hormigón en Alzado de Muro | $f_{ck}$= | 250 | | y en zapata | 250 | kp/cm² |
| Resistencia Característica del Acero | $f_{yk}$= | 5100 | kp/cm² | | | |
| Coeficiente de minoración del Hormigón | $\gamma_c$= | 1.50 | | | | |
| Coeficiente de minoración del Acero | $\gamma_s$= | 1.15 | | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Cargas Permanentes | $\gamma_{fcp}$= | 1.50 | | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Sobrecargas | $\gamma_{fsc}$= | 1.50 | | | | |

### 1.3.- DATOS DEL TERRENO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Angulo de rozamiento interno del terreno de cimentación | ϕc= | 30 | ° |
| Angulo de rozamiento interno del relleno | ϕ= | 30 | ° |
| Angulo de rozamiento en contacto terreno-muro | δ= | 0 | ° |
| Angulo del terreno en trasdos | β= | 0 | ° |
| Angulo del terreno en intrados | η= | 0 | ° |
| Peso específico apararente del terreno. | γ= | 2.00 | T/m³ |
| Altura de tierras sobre puntera | $H_p$= | 0.00 | m. |
| Tensión Media Admisible del terreno. | σ,adm= | 4.00 | kp/cm² |
| Coeficiente de minoración del Empuje Pasivo | $\gamma_p$= | 0.00 | |
| Nivel freático en trasdos.Profundidad desde coronación | PNF= | | No hay |
| Nivel de lámina de agua en intrados desde coronación | $P_A$= | | No hay |
| Densidad sumergida del terreno. | γ '= | | No hay |
| Subpresión bajo cimentación, en puntera | Sp= | 0.00 | T/m2. |
| Subpresión bajo cimentación, en talón | St= | 0.00 | T/m2. |

### 1.4.- ACCIONES EXTERIORES.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sobrecarga en trasdos de muro | q= | 3.00 | T/ml |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Horizontal Ch=ac/2g | Ch= | 0.00 | |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Vertical | Cv= | 0.00 | |
| **Acciones exteriores en coronación de muro.** (En el centro de la coronación) | | | |
| Axil de compresión | N= | 0.00 | T/ml |
| Fuerza horizontal | Fh= | 0.00 | T/ml |
| Axil de compresión | M= | 0.00 | mT/ml |

## 2.- CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE.

Los coeficientes de empuje Activo y Pasivo son los que marca la IAP-98 para el caso de sismo, definidos por Mononobe-Okabe. Estos coeficientes son para el caso de no haber sismo idénticos a los propuestos por Coulomb.

El coeficiente de empuje del terreno en el **trasdos** será el Activo o el Reposo.

El caso de Empuje Activo es: $$k_a = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(\phi+\alpha-\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\alpha)\cdot \operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot\operatorname{sen}(\phi-\vartheta-\beta)}{\operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot\operatorname{sen}(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

Donde: $\alpha$ es el ángulo que forma el trasdos del muro con la horizontal

y $$\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $$K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**Coeficiente de empuje Activo**

El coeficiente de empuje en el trasdos del muro es: **Ka= 0.333**
El coeficiente de empuje en el trasdos de la zapata es: **Ka= 0.333**
Estos coeficientes de empujes proyectados según la horizontal y la vertical dan como resultado los siguientes:
Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** del muro: **Kh,t= 0.333**
Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** del muro: **Kv,t= 0.000**
Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** de zapata: **Kh,tz= 0.333**
Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** de zapata: **Kv,tz= 0.000**

El coeficiente de empuje del terreno en el **intrados** será el Pasivo ó el Reposo.

El caso de Empuje Pasivo es: $$k_p = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(-\phi+\varepsilon+\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\varepsilon)\cdot \operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot\left[1-\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot\operatorname{sen}(\phi+\vartheta+\eta)}{\operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot\operatorname{sen}(\varepsilon+\eta)}}\right]^2}$$

Donde: $\varepsilon$ es el ángulo que forma el intrados del muro con la horizontal

y $$\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $$K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**No se considera el empuje en el intrados en este caso**





## 3.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD.

### 3.1.- ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO.

Frente a las acciones de los empujes horizontales desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al deslizamiento sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{desl,adm} < \gamma_{desl} = \frac{N\cdot\mu + E_{i,h} + \mu\cdot E_{i,v} - S\cdot\mu - E_{s,h}}{E_{t,h} - \mu\cdot E_{t,v}}$$

Donde: N es el peso de muro más tierras que producen rozamiento
S es la subpresión en base de la cimentación del muro
$E_{i,h}$ es el empuje horizontal en el intrados
$E_{i,v}$ es el empuje vertical en el intrados
$E_{t,h}$ es el empuje horizontal en el trasdos
$E_{t,v}$ es el empuje vertical en el trasdos
$\mu$ es el coeficiente de rozamiento entre zapata y terreno $\mu = tg(\phi_c)$
Y $E_{s,h}$ es el empuje horizontal del peso del muro producido por el sismo

En este caso se fija **γdesl,adm= 1.5** Como valor admisible.

El coeficiente al deslizamiento resultante es: **γdesl= 1.57**
**Luego se cumple la estabilidad al deslizamiento**

### 3.2.- ESTABILIDAD AL VUELCO.

Frente a las acciones de los momentos desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al vuelco sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{v,adm} < \gamma_{vuelco} = \frac{M_{est}}{M_{volc}}$$

Donde: Mest es el momento estabilizador producido por el peso propio menos la subpresión más el producido por los empujes del intrados
Mvolc es el momento volcador producido por los empujes del trasdos

En este caso se fija: **γvuelc,adm= 1.6** Como valor admisible.

El coeficiente al vuelco resultante es: **γvuelc= 2.49**
**Luego se cumple la estabilidad al vuelco**

## 4.- COMPROBACIÓN DE TENSIONES EN LA CIMENTACIÓN.

Frente a la totalidad de acciones la cimentación deberá cumplir las dos condiciones siguientes:

1- La **tensión media** deberá ser menor que la admisible por el terreno $\sigma_{media} < \sigma_{adm}$
Donde en este caso se fija el calor de **σadm=** 4 **kp/cm²**

2- La **tensión máxima** deberá ser menor que la tensión punta del terreno $\sigma_{max} < \sigma_{punta} = 1.25 \cdot \sigma_{adm}$
Mientras que el valor punta es **σpunta =** 5 **kp/cm²**

Bajo la totalidad de acciones la cimentación se encuentra:
**Todo comprimido**
Los resultados de tensión máxima y media son:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensión media= | **0.99** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Tensión máxima = | **1.95** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Zona comprimida = | **2.7 m.** | | |

## 5.- CÁLCULO DE ARMADURAS DEL MURO.

### 5.1.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ALZADO DEL MURO.

N° de secciones de cálculo de armaduras de flexión en el alzado del muro: **6**

| | Distancia a | | | As flexion muro(cm²/m) | | | As rep. (cm²/m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sección N° | coronación(m) | Espesor(m) | Md(mt) | Trasdos | Por | Intrados | Trasdos | Intrados |
| 1 | 3.55 | 0.30 | 16.91 | 17.08 | Cálculo | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 2 | 2.96 | 0.30 | 10.88 | 10.50 | Cálculo | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 3 | 2.37 | 0.30 | 6.41 | 6.01 | Cálculo | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 4 | 1.77 | 0.30 | 3.30 | 4.51 | Mín Mec. | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 5 | 1.18 | 0.30 | 1.33 | 4.51 | Mín Mec. | 0.90 | 4.80 | 4.80 |
| 6 | 0.59 | 0.30 | 0.30 | 4.51 | Mín Mec. | 0.90 | 4.80 | 4.80 |

### 5.2-COMPROBACIÓN DE CORTANTE.

| | | | | Cort. Efect. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sección N° | Dist a Coron. | Canto útil (m | Vd(T/m) | Vrd(T/m) | $V_{u1}$(T/m) | $V_{u2}$(T/m) | |
| 1 | 3.30 | 0.25 | 10.40 | 10.40 | 125.00 | 15.10 | No necesita As de Cort. |
| 2 | 2.96 | 0.25 | 8.81 | 8.81 | 125.00 | 12.86 | No necesita As de Cort. |
| 3 | 2.37 | 0.25 | 6.35 | 6.35 | 125.00 | 10.66 | No necesita As de Cort. |
| 4 | 1.77 | 0.25 | 4.24 | 4.24 | 125.00 | 9.64 | No necesita As de Cort. |
| 5 | 1.18 | 0.25 | 2.48 | 2.48 | 125.00 | 9.56 | No necesita As de Cort. |
| 6 | 0.59 | 0.25 | 1.06 | 1.06 | 125.00 | 9.47 | No necesita As de Cort. |





### 5.3.- RESISTENCIA A ESFUERZO RASANTE EN LA JUNTA DE HORMIGONADO (ALZADO-ZAPATA).

La tensión rasante que solicita la junta en la sección debe cumplir:

$$\tau_{md} \le \beta \cdot f_{ct,d} + \frac{A_{st}}{s \cdot p} \cdot f_{y\alpha,d} \cdot (\mu \cdot \operatorname{sen}\alpha + \cos\alpha) + \mu \cdot \sigma_{cd} \le 0.25 \cdot f_{cd}$$

Donde:
τmd es el valor medio de la tensión rasante de cálculo en la junta (alzado-zapata)
β es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado β =0.2
fcd es la resistencia a compresión simple del hormigón más débil de la junta.
El factor Ast/s·p es la armadura por metro lineal de junta.
fyα,d es la resistencia de cálculo de las armaduras transversales no mayor de 4000 kp/cm2.
μ es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado μ=0.6
α es el ángulo que forman las diferentes armaduras transversales con el plano de la junta.
σcd es la tensión de cálculo normal al plano de la junta.
fct,d es la resistencia de cálculo a tracción del hormigón más débil de la junta.

El resultado es:
**τ md= 3.87 kp/cm2**
**τ adm= 17.56 kp/cm2**

**Se cumple el estado límite de agotamiento por esfuerzos rasantes en la junta**

### 5.4.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ZAPATA.

Los resultados del dimensionamiento por flexión en la zapata, siguiendo la norma EHE para cimentaciones flexibles son los siguientes:

Del lado del **trasdos:**
Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= -20.07 Se tracciona la cara superior de la zapata**

Del lado del **intrados:**
Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= 2.50 Se tracciona la cara inferior de la zapata**

Resultados de armaduras

| | As flexion(cm²/ml) | | As Reparto (cm²/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| As total | As. Superior | As inferior | As Superior | As inferior |
| Trasdos | 9.02 | 3.60 | 5.40 | 5.40 |
| Intrados | 3.60 | 9.02 | 5.40 | 5.40 |

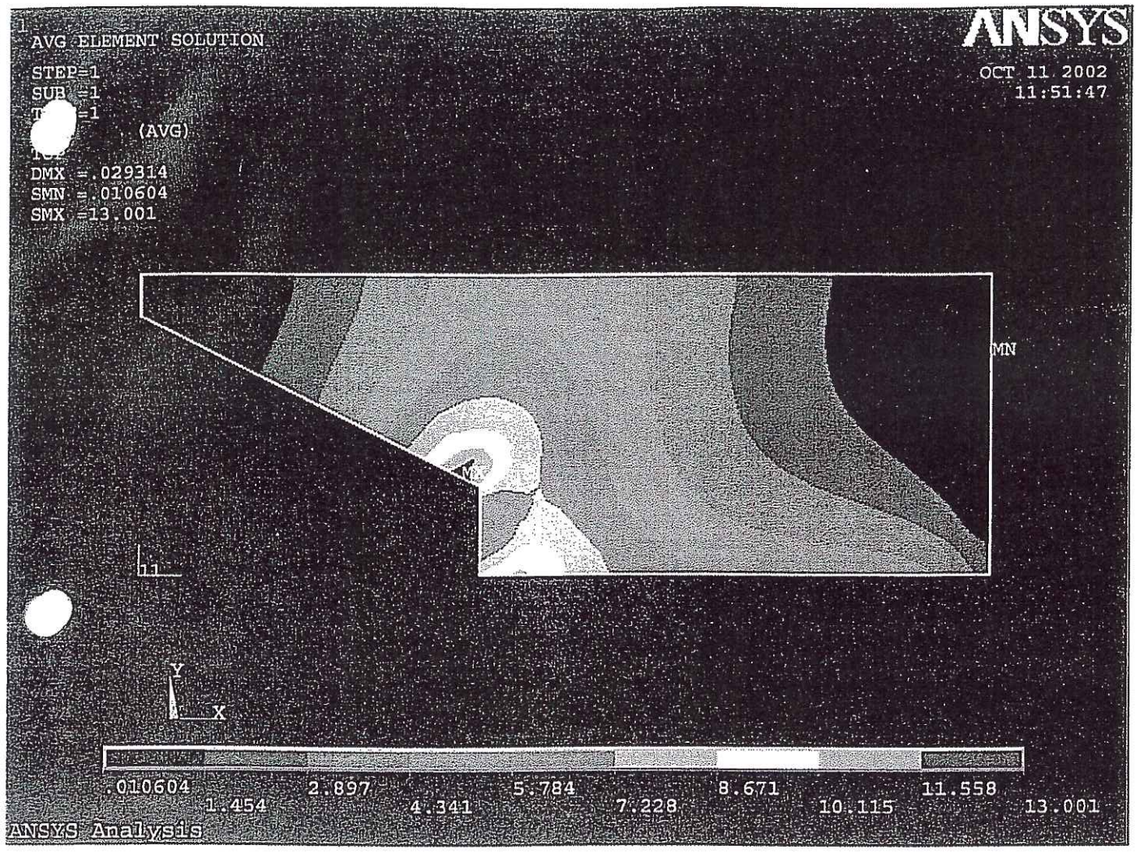
Resultado de armadura de flexión del lado del trasdos por: Cuantía Mínima Mecánica
Resultado de armadura de flexión del lado del intrados por: Cuantía Mínima Mecánica

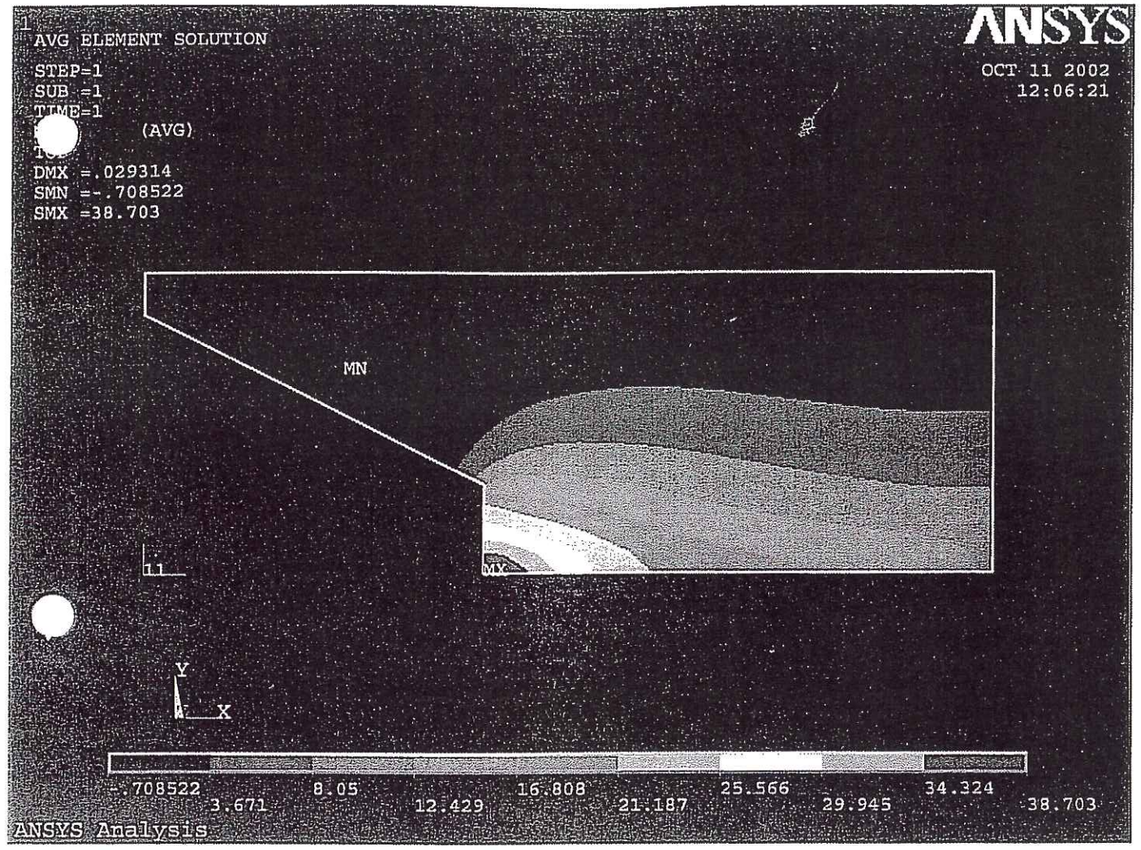
### 5.5.- COMPROBACIÓN DE CORTANTE EN ZAPATA.

Se comprueba el Estado Limite de tensiones tangenciales en la zapata en la sección de cálculo $S_2$ según marca la EHE a un canto útil del borde del alzado del muro. Los resultados son los siguientes:

| | Vd(T/ml) | Vu1(T/ml) | Vu2(T/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| Lado trasdos | -13.17 | 275.00 | 16.93 | No necesita Armadura de Cortante |
| Lado intrados | 0.00 | 275.00 | 16.93 | No necesita Armadura de Cortante |

**No es necesario comprobar el cortante en la puntera, al estar la sección de cálculo S2 fuera de la cimentación.**


1
AVG ELEMENT SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
(AVG)
DMX =.029314
SMN =.010604
SMX =13.001
MN
MX
ANSYS
OCT 11 2002
11:51:47
Y
X
.010604
1.454
2.897
4.341
5.784
7.228
8.671
10.115
11.558
13.001
ANSYS Analysis


1
AVG ELEMENT SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
(AVG)
DMX =.029314
SMN =-.708522
SMX =38.703
MN
MX
ANSYS
OCT 11 2002
12:06:21
Y
X
-.708522
3.671
8.05
12.429
16.808
21.187
25.566
29.945
34.324
38.703
ANSYS Analysis

## 8.3.- Cálculo de la armadura bajo apoyos

CARGAS CONCENTRADAS

$N_{d\,max} = 565$ t

$T_{ad} = 0{,}25\ N_d \left(\frac{a - a_1}{a}\right) = A_s f_{yd}$

Hormigón 500 x 300

$a = 1400$ mm $\quad a_1 = 700$ mm

$T_{ad} = 0{,}25 \cdot 857 \left(\frac{1400 - 700}{1400}\right) = 108{,}1$ t $\quad A_s = 25{,}1\ cm^2$ 14 Ø 16

$c = 2730 \times 2 = 5800$ mm $\quad a_1 = 900$ mm

$T_{ad} = 0{,}25 \cdot 565 \left(\frac{5800 - 900}{5800}\right) = 181{,}3$ t $\quad A_s = 45{,}3\ cm^2$ 24 Ø 20

# 9. CARGAS DEL TABLERO

**PILA E1 - Con pots** **Obtención de esfuerzos característicos en pila y pilotes**

Acciones en cabeza de pila:

| | Estado | Apoyo A N | Apoyo A HL | Apoyo A HT | Apoyo B N | Apoyo B HL | Apoyo B HT | Apoyo C N | Apoyo C HL | Apoyo C HT | Apoyo D N | Apoyo D HL | Apoyo D HT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PP | 161 | | | 161 | | | | | | | | |
| 2 | CP+ | 152 | | | 152 | | | | | | | | |
| 3 | CP- | 104 | | | 104 | | | | | | | | |
| 4 | ε | | | | | | | | | | | | |
| 5 | SC paseo Caso1 | 9 | | | 9 | | | | | | | | |
| 6 | SC paseo Caso2 | 15 | | | -6 | | | | | | | | |
| 7 | SC paseo Caso3 | 9 | | | 9 | | | | | | | | |
| 8 | SC tren Caso1 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | | | | | | |
| 9 | SC tren Caso2 | 250 | 54 | 5 | 0 | 54 | 0 | | | | | | |
| 10 | SC tren Caso3 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | | | | | | |
| 11 | Térmico | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Viento T sin SC | 9 | | 16.8 | -9 | | 0.0 | 0 | | | 0 | | |
| 13 | Viento T con SC | 7 | | 9.8 | -7 | | 0.0 | 0 | | | 0 | | |
| 14 | Viento L sin SC | | 0 | | | 0 | | | | | | | |
| 15 | Viento L con SC | | 0 | | | 0 | | | | | | | |
| 16 | Interacción | | 28 | | | 28 | | | | | | | |
| 17 | Sismo trans | | | 0 | | | 0 | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| hw(sinSC) | 3.00 | $h_{pila} + h_{capitel}$ = | 0.00 | m | $q_{sismo\ trans\ Fuste}$ = | 0.0 | t/m |
| hw(conSC) | 3.75 | $h_{capitel}$ = | 0.00 | m | $q_{sismo\ vertical\ Fuste}$ = | 0.0 | t/m |
| dT vigas | 5.50 | $h_{pila}$ = | 0.0 | m | $q_{sismo\ trans\ Capitel}$ = | 0.0 | t |
| h carril | 3.97 | $A_{pila}$ = | 0.00 | m2 | $q_{sismo\ vertical\ Capitel}$ = | 0.0 | t |
| L vano | 33.90 | $P_{capitel}$ = | 0 | t | | | |
| dL apoyos | 0.00 | $P_{pila}$ = | 0 | t | | | |
| | | $P_{capitel+pila}$ = | 0 | t | | | |
| | | $q_{viento\ trans\ pila}$ = | 0.00 | t/m | | | |
| | | $q_{viento\ long\ pila}$ = | 0.00 | t/m | | | |
| | | $F_{sismo}$ / Masa = | 0.00 | | | | |
| | | Sismo vertic/horiz = | 0.21 | | | | |

Esfuerzos en base de pila debidos a acciones en el fuste:

| | Estado | N | HL | HT | ML | MT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PP | 0 | | | | |
| 12 | Viento T sin SC | | | 0 | | 0 |
| 13 | Viento T con SC | | | 0.0 | | 0 |
| 14 | Viento L sin SC | | 0 | | 0 | |
| 15 | Viento L con SC | | 0 | | 0 | |
| 17 | Sismo | 0 | | 0 | | 0 |

Datos del encepado y los pilotes:

Encepado:

| | |
|---|---|
| Ancho: | 8.5 m |
| Largo: | 8 m |
| Canto: | 3 m |
| Peso: | 510 t |

Pilotes:

| | |
|---|---|
| Diámetro: | 2 m |
| $L_{elástica\ pilotes}$: | 12 m |

| | |
|---|---|
| $F_{sismo}$ / Masa = | 0.00 |
| $q_{sismo\ trans\ Encepado}$ = | 0 t |
| $q_{sismo\ vertical\ Encepado}$ = | 0 t |

Hipótesis de carga y coeficientes de combinación:

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estado | Nmax - WT | (ΔN SC) máx - N máx - WT | (ΔN SC) máx - N mín - WT | MT máx - N máx - WT | MT máx N mín - WT | HTmax con SC y Nmáx WT | HTmax con SC y N mín - WT | HTmax sin SCU - WT | Nmax - WL | (ΔN SC) máx - N máx - WL | (ΔN SC) máx - N mín - WL | MT máx - N máx - WL | MT máx - N mín WL | HLmáx con SC y Nmáx WL | HLmáx con SC y N mín - WL | HLmáx sin SCU - WL |
| 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 15 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.0 |
| 16 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

**Esfuerzos característicos de 1er orden en cabeza de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 609 | 561 | 609 | 578 | 530 | 609 | 518 | 274 | 605 | 557 | 605 | 574 | 526 | 605 | 550 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 530 | 482 | 530 | 304 | 256 | 530 | 260 | 255 | 534 | 486 | 534 | 308 | 260 | 534 | 479 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Esfuerzos característicos de 1er orden en base de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 609 | 561 | 609 | 578 | 530 | 609 | 518 | 274 | 605 | 557 | 605 | 574 | 526 | 605 | 550 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 530 | 482 | 530 | 304 | 256 | 530 | 260 | 255 | 534 | 486 | 534 | 308 | 260 | 534 | 479 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Esfuerzos característicos de 2º orden en base de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 609 | 561 | 609 | 578 | 530 | 609 | 518 | 274 | 605 | 557 | 605 | 574 | 526 | 605 | 550 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 530 | 482 | 530 | 304 | 256 | 530 | 260 | 255 | 534 | 486 | 534 | 308 | 260 | 534 | 479 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Esfuerzos característicos de 2º orden en cara superior de encepado (para el conjunto de las dos pilas)**

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 1139 | 1043 | 1139 | 882 | 786 | 1139 | 779 | 529 | 1139 | 1043 | 1139 | 882 | 786 | 1139 | 1029 | 529 |
| HL | 217 | 217 | 217 | 141 | 141 | 217 | 141 | 34 | 217 | 217 | 217 | 141 | 141 | 217 | 217 | 34 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 436 | 436 | 436 | 1511 | 1511 | 436 | 1418 | 101 | 392 | 392 | 392 | 1467 | 1467 | 392 | 392 | 0 |

**PILA E1 - Con pots** **Obtención de esfuerzos mayorados en pila y pilotes**

Acciones en cabeza de pila:

| | Estado | Apoyo A | | | Apoyo B | | | Apoyo C | | | Apoyo D | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | HL | HT | N | HL | HT | N | HL | HT | N | HL | HT |
| 1 | PP | 161 | 0 | 0 | 161 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | CP+ | 152 | 0 | 0 | 152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | CP- | 104 | 0 | 0 | 104 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | ε | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | SC paseo Caso1 | 9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | SC paseo Caso2 | 15 | 0 | 0 | -6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | SC paseo Caso3 | 9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | SC tren Caso1 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | SC tren Caso2 | 250 | 54 | 5 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | SC tren Caso3 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Térmico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Viento T sin SC | 9 | 0 | 17 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Viento T con SC | 7 | 0 | 10 | -7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Viento L sin SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Viento L con SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Interacción | 0 | 28 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Sismo trans | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| hw(sinSC) | 3.00 | $h_{pila} + h_{capitel}$ = | 0.0 | m | $q_{sismo\ trans\ Fuste}$ = 0.0 t/m |
| hw(conSC) | 3.75 | $h_{capitel}$ = | 0.00 | m | $q_{sismo\ vertical\ Fuste}$ = 0.0 t/m |
| dT vigas | 5.50 | $h_{pila}$ = | 0.0 | m | $q_{sismo\ trans\ Capitel}$ = 0.0 t |
| h carril | 3.97 | $A_{pila}$ = | 0.00 | m2 | $q_{sismo\ vertical\ Capitel}$ = 0.0 t |
| L vano | 33.90 | $P_{capitel}$ = | 0 | t | |
| dL apoyos | 0.00 | $P_{pila}$ = | 0 | t | |
| | | $P_{capitel+pila}$ = | 0 | t | |
| | | $q_{viento\ trans\ pila}$ = | 0.00 | t/m | |
| | | $q_{viento\ long\ pila}$ = | 0.00 | t/m | |
| | | $F_{sismo}$ / Masa = | 0.00 | | |
| | | Sismo vertic/horiz = | 0.21 | | |

Esfuerzos en base de pila debidos a acciones en el fuste:

| | | N | HL | HT | ML | MT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Viento T sin SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Viento T con SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Viento L sin SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Viento L con SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Sismo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Datos del encepado y los pilotes:

Encepado:

| | |
|---|---|
| Ancho: | 8.5 m |
| Largo: | 8 m |
| Canto: | 3 m |
| Peso: | 510 t |

Pilotes:

| | |
|---|---|
| Diámetro: | 2 m |
| $L_{aféutica}$ pilotes: | 12 m |

| | |
|---|---|
| $F_{sismo}$ / Masa = | 0.00 |
| $q_{sismo\ trans\ Encepado}$ = | 0 t |
| $q_{sismo\ vertical\ Encepado}$ = | 0 t |

Hipótesis de carga y coeficientes de combinación:

| Estado \ Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nmax - WT | (ΔN SC) máx - N máx - WT | (ΔN SC) máx - N mín - WT | MT máx - N máx - WT | MT máx N mín - WT | HTmax con SC y Nmáx - WT | HTmax con SC y N mín - WT | HTmax sin SCU - WT | Nmax - WL | (ΔN SC) máx - N máx - WL | (ΔN SC) máx - N mín - WL | MT máx - N máx - WL | MT máx - N mín WL | HLmáx con SC y Nmáx - WL | HLmáx con SC y N mín - WL | HLmáx sin SCU - WL |
| 1 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.00 |
| 2 | 1.35 | 0.00 | 1.00 | 1.35 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 1.00 | 1.35 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 1.20 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.00 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 |
| 15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.00 |
| 16 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**Esfuerzos mayorados de 1er orden en cabeza de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 867 | 802 | 611 | 821 | 663 | 867 | 645 | 278 | 861 | 796 | 605 | 815 | 657 | 861 | 693 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 748 | 683 | 528 | 409 | 251 | 748 | 258 | 251 | 754 | 689 | 534 | 415 | 257 | 754 | 586 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Esfuerzos mayorados de 1er orden en base de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 867 | 802 | 611 | 821 | 663 | 867 | 645 | 278 | 861 | 796 | 605 | 815 | 657 | 861 | 693 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.05 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 748 | 683 | 528 | 409 | 251 | 748 | 258 | 251 | 754 | 689 | 534 | 415 | 257 | 754 | 586 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Esfuerzos mayorados de 2º orden en base de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

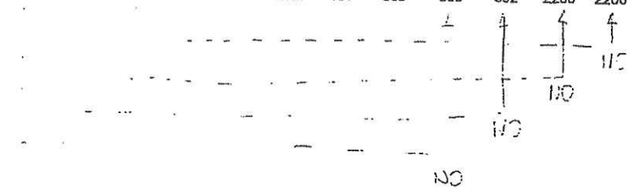
| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 867 | 802 | 611 | 821 | 663 | 867 | 645 | 278 | 861 | 796 | 605 | 815 | 657 | 861 | 693 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

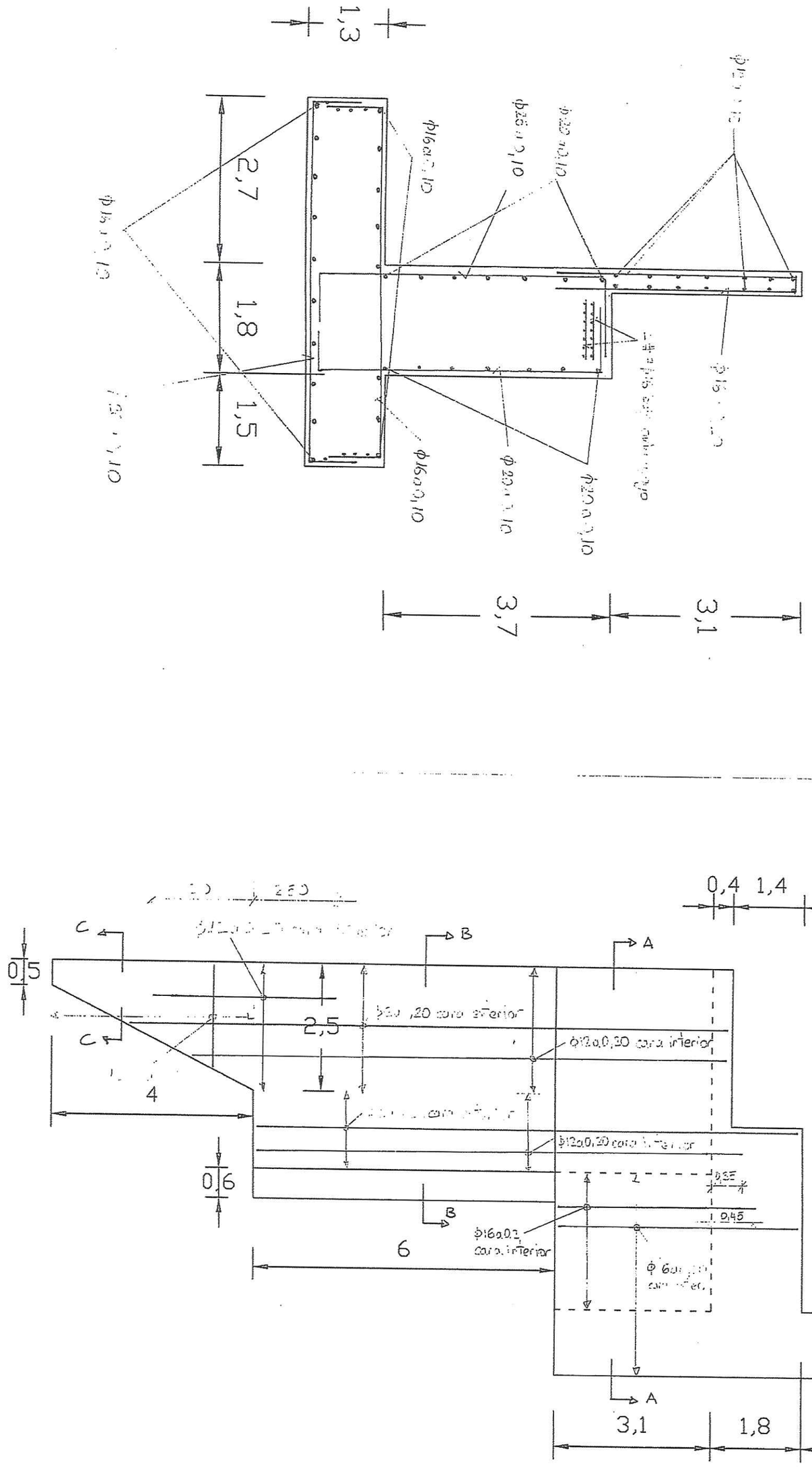
| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 748 | 683 | 528 | 409 | 251 | 748 | 258 | 251 | 754 | 689 | 534 | 415 | 257 | 754 | 586 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

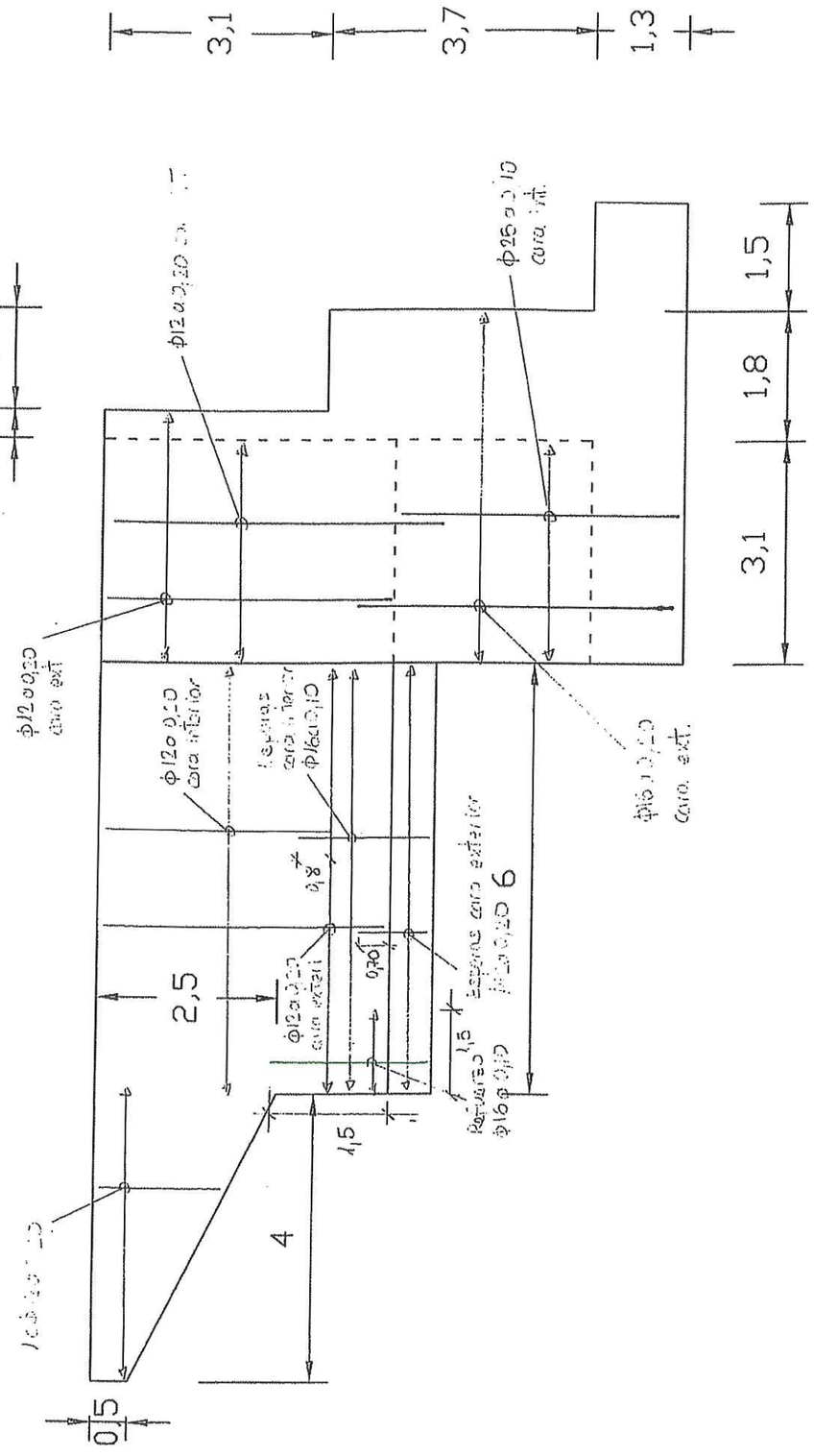
**Esfuerzos mayorados de 2º orden en cara superior de encepado (para el conjunto de las dos pilas)**

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 1615 | 1485 | 1139 | 1229 | 915 | 1615 | 904 | 529 | 1615 | 1485 | 1139 | 1229 | 915 | 1615 | 1279 | 529 |
| HL | 325 | 325 | 233 | 212 | 212 | 325 | 212 | 50 | 325 | 325 | 233 | 212 | 212 | 325 | 325 | 50 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 |
| MT | 654 | 654 | 458 | 2266 | 2266 | 654 | 2127 | 151 | 588 | 588 | 392 | 2200 | 2200 | 588 | 588 | 0 |

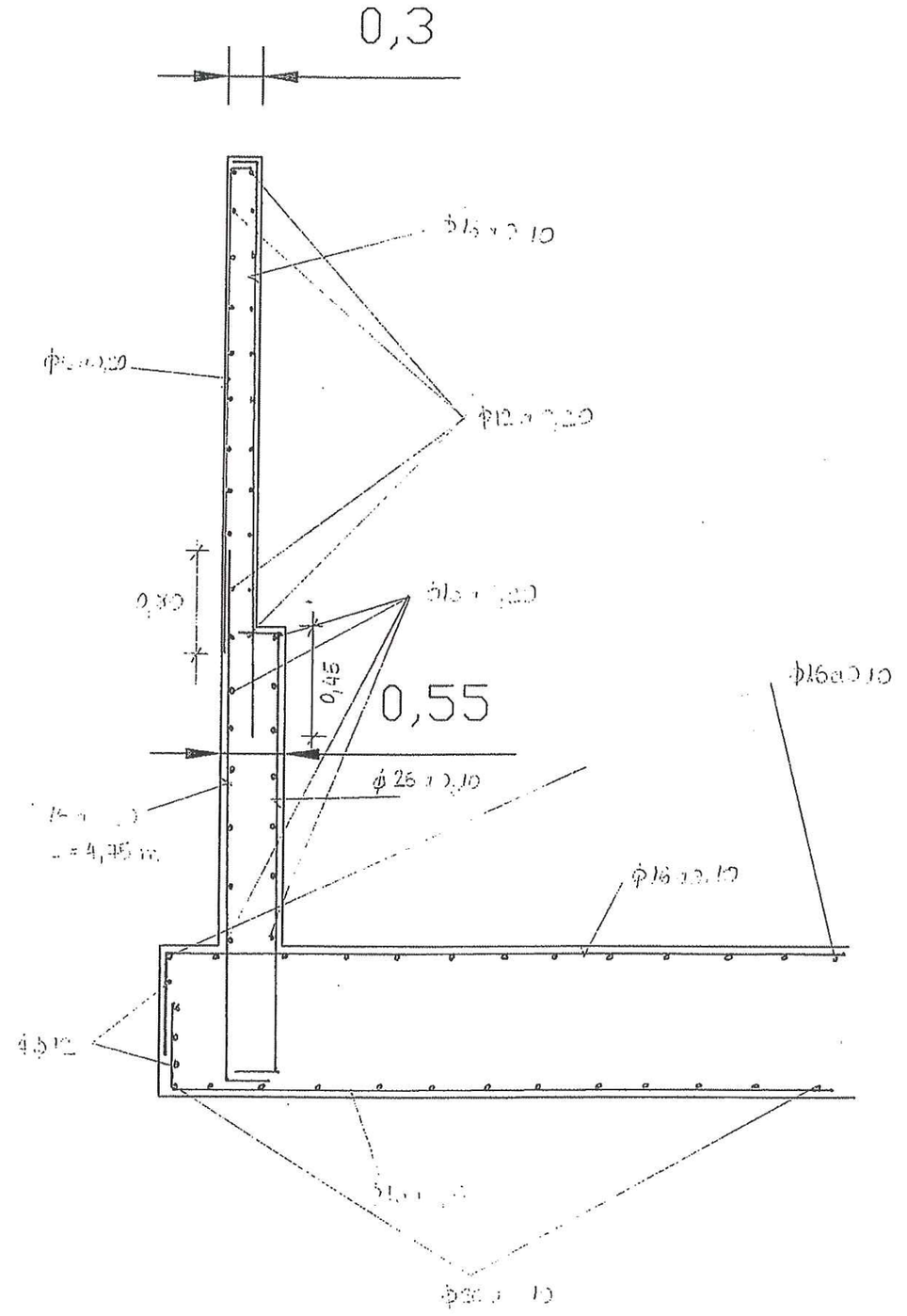


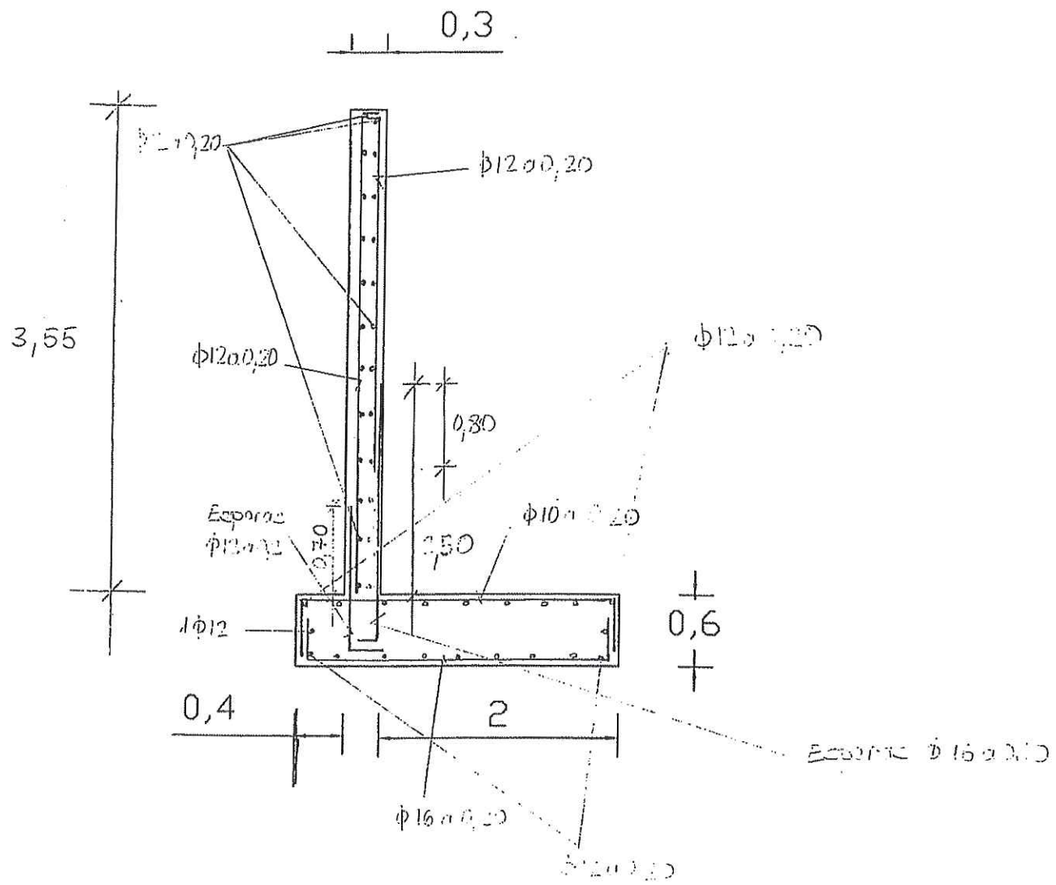
# 10. PLANOS DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y ARMADURA

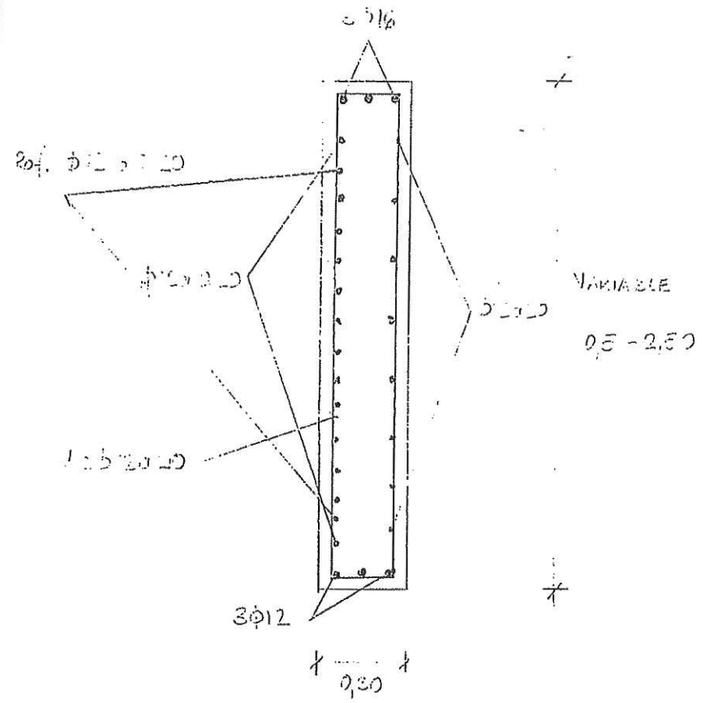

0,4 1,4
3,1
3,7
1,3
2,7
1,8
1,5
0,5
2,5
4
0,6
6
3,1
1,8
1,5
3,7
1,3
A
B
C
φ16c/10
φ12c/10
φ16c/10
φ12c/10
φ16c/10
φ12c/10




SECCIÓN A-A






ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA

De a Fecha

Pág.

# LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD
# MADRID-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

## Subtramo 0: Salida de Madrid y conexión con AVE Madrid - Sevilla

*VIADUCTO DEL MANZANARES – ESTRIBO 2*

DIRECCION TÉCNICA
DPTO. ESTRUCTURAS DE OBRA CIVIL

ACS
PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

# INDICE

1.- INTRODUCCIÓN
2.- DESCRIPCIÓN
3.- NORMATIVA, MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD
4.- COMBINACIÓN DE ACCIONES
5.- DATOS DEL TERRENO
6.- CARGAS CONSIDERADAS
7.- PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO
8.- ANEJOS ESTRUCTURALES

**8.1.- Cálculo del estribo**
**8.2.- Dimensionamiento del encepado**
**8.3.- Dimensionamiento de los pilotes**
8.3.1. Estudio del comportamiento frente a cargas horizontales
8.3.2. Cargas en pilotes en ELS
8.3.3. Determinación de la longitud del pilote
8.3.4. Cargas en pilotes en ELU
8.3.5. Dimensionamiento de la armadura de flexocompresión
8.3.6. Dimensionamiento de la armadura de cortante
**8.4.- Cálculo de los muros en vuelta**

9.- CARGAS DEL TABLERO

10.- CROQUIS DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y ARMADURA

ACS Proyectos, Obras y Construcciones, S.A.
Línea de AV Madrid-Barcelona- Frontera Francesa. Subtramo 0. *Viaducto del Manzanares - Estribo 2*

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto el cálculo del estribo 2 del viaducto del Manzanares en el Subtramo 0 de la línea de alta velocidad Madrid – Barcelona – Frontera francesa.

## 2.- DESCRIPCIÓN

La estructura está formada por un tablero de vigas artesa de 650,0 m de longitud total con 18 vanos de 35,0 x 8 + 37,5 + 50,0 + 37,5 + 35,0 x 7 m de luz. La sección transversal está compuesta por dos vigas artesas prefabricadas pretensadas de 2,60 m de canto sobre las que se apoya una losa de hormigón armado de 0,25 m de espesor.

La estructura es recta y tiene un ancho de 14,0 m, lo que permite alojar dos vías con sus paseos.

Las características del terreno obligan a considerar una cimentación profunda mediante pilotes en el estribo 2, ya que las capas superiores del terreno, hasta profundidades de 9,0 a 16,0 m, son de escasa capacidad portante.

## 3.- NORMATIVA, MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

**Normativa:**

La normativa empleada ha sido la siguiente:

- EH-91: "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado"
- IAPF: "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril"

**Materiales y coeficientes de minoración de resistencias:**

| | | |
|---|---|---|
| Hormigón: | H-250 | $\gamma_c = 1.50$ |
| Acero pasivo: | AEH -500 | $\gamma_s = 1.15$ |

**Coeficientes de mayoración de acciones:**

Acciones de carácter permanente:

| | | |
|---|---|---|
| Efecto desfavorable: | $\gamma_f = 1.35$ | Control de ejecución intenso |
| Efecto favorable: | $\gamma_f = 1.00$ | Control de ejecución intenso |

Acciones de carácter permanente de valor no constante (empujes de tierras):

| | | |
|---|---|---|
| Efecto desfavorable: | $\gamma_f = 1.50$ | Control de ejecución intenso |
| Efecto favorable: | $\gamma_f = 1.00$ | Control de ejecución intenso |

Acciones de carácter variable:

| | | |
|---|---|---|
| Efecto desfavorable: | $\gamma_f = 1.50$ | Control de ejecución intenso |
| Efecto favorable: | $\gamma_f = 0.00$ | Control de ejecución intenso |

## 4.- DATOS DEL TERRENO

El corte del terreno de cimentación y sus respectivos parámetros geotécnicos se corresponden con el informe geotécnico realizado para tal fin por D. José María Ortiz, en función de la geología de la zona y los trabajos de campo y de laboratorio realizados, quedando así definidos los siguientes niveles estratigráficos en la zona del Estribo 2:

*NIVEL 0.- RELLENO: Se localizan desde la superficie hasta una profundidad variable de hasta 2,50 metros, y están constituidos por limos. Para esta capa se desprecia la resistencia por fuste.

*NIVEL 1.- ARENAS: Está constituido por una capa de arenas de gran espesor (desde los 3,0 hasta los 13,5 m de profundidad), que en el Estribo 2 es de 4,0 m. Los parámetros de cálculo adoptados son:

| | |
|---|---|
| . Coeficiente de balasto horizontal | $K_h = 2500$ t/m³ |
| . Resistencia por fuste | $r_f = 3,0$ t/m² |

*NIVEL 2.- LIMOS: Esta capa tiene una potencia de 4,0 m en la zona del estribo 2. Los parámetros de cálculo considerados son:

| | |
|---|---|
| . Coeficiente de balasto horizontal | $K_h = 1500$ t/m³ |
| . Resistencia por fuste | $r_f = 1,5$ t/m² |

ACS Proyectos, Obras y Construcciones, S.A.
Línea de AV Madrid-Barcelona- Frontera Francesa. Subtramo 0. *Viaducto del Manzanares - Estribo 2*

*NIVEL 3.- YESOS: Este substrato aparece en el Estribo 2 por debajo de los limos, en dos capas de 2,0 m de espesor total. Además, vuelve a encontrarse un sustrato muy importante por debajo de las arcillas yesíferas. Los parámetros de cálculo considerados son:

| | |
|---|---|
| . Coeficiente de balasto horizontal | $K_h = 20000$ t/m³ |
| . Resistencia por fuste | $r_f = 10,0$ t/m² |
| . Cohesión efectiva | c' = 8,0 t/m² |
| . Ángulo de rozamiento efectivo | $\phi = 28^o$ |

*NIVEL 4.- ARCILLAS YESÍFERAS: Se localizan en dos capas, de 1,0 y 3,0 m de espesor respectivamente por debajo de los yesos. Los parámetros de cálculo considerados son:

| | |
|---|---|
| . Coeficiente de balasto horizontal | $K_h = 4000$ t/m³ |
| . Resistencia por fuste | $r_f = 6,0$ t/m² |
| . Cohesión efectiva | c' = 6,0 t/m² |
| . Ángulo de rozamiento efectivo | $\phi = 28^o$ |

**Terreno de relleno:**

El terreno con el que se rellenan los trasdoses de los estribos tiene las siguientes características:

| | |
|---|---|
| Densidad aparente del terreno ($\rho$) | 2,0 t/m³ |
| Angulo de rozamiento interno($\phi$) | 30º |
| Coeficiente de empuje activo: | $K_{act} = tg^2 (45^o-\phi/2) = 0,33$ |

El trasdós se supone drenado.

## 5.- COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Las combinaciones que se han considerado en el dimensionamiento de la estructura son las definidas en el Capítulo 5 de la IAPF.

*Estados Límite Últimos*

- Situaciones permanentes o transitorias

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

- Situaciones sísmicas

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

*Estados Límite de Servicio*

- Combinación poco probable

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

- Combinación frecuente

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

- Combinación cuasipermanente

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

## 6.- CARGAS CONSIDERADAS

Las cargas del tablero consideradas en el cálculo de la subestructura se han obtenido en los apartados anteriores y corresponden a las 16 combinaciones resultantes de la situación persistente o transitoria definida por la IAPF.

Además, se han considerado las siguientes acciones sobre el estribo:

### 6.1.Cargas Permanentes

- Peso propio. Se considera una densidad de 25 kN/m$^3$ para el hormigón.

- Empuje horizontal de las tierras. Para obtener el empuje de tierras sobre los estribos, se considera el coeficiente de empuje activo de las tierras, puesto que los muros no tiene impedido el desplazamiento en cabeza. Para un ángulo de rozamiento interno de 30º es:

$$K_{act} = tg^2\,(45º\text{-}\phi/2) = 0{,}33$$

No se considera empuje hidrostático puesto que habrá que prever drenaje en el trasdós de la estructura.

ACS Proyectos, Obras y Construcciones, S.A.
Línea de AV Madrid-Barcelona- Frontera Francesa. Subtramo 0. *Viaducto del Manzanares - Estribo 2*

### 6.2. Cargas Variables

- Empuje horizontal inducido por la sobrecarga. Se considera el valor de 30 kN/m$^2$, actuando en los terraplenes de acceso de la estructura, afectado por el coeficiente de empuje al reposo, tal y como figura en la Instrucción IAPF en su artículo 2.3.8.*Sobrecarga en terraplenes.*

A partir de estos estados de carga simples, y ponderando las acciones con los correspondientes coeficientes de mayoración ya definidos, según marca la IAPF, se obtendrá una envolvente de esfuerzos en E.L.U. de agotamiento a flexión y cortante. Las envolventes se obtendrán para cada esfuerzo, máximo o mínimo, con sus esfuerzos concomitantes.

## 7.- PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Con las acciones totales sobre el estribo se emplea, para su definición, una hoja de cálculo que permite el dimensionamiento del muro del estribo y obtiene los esfuerzos resultantes en el cdg del encepado: momentos flectores longitudinal y transversal, axil y cortantes longitudinal y transversal.

A partir de estos esfuerzos, y llevándolos al cdg de los pilotes se obtienen los axiles en ELS y ELU existentes en las cabezas de cada pilote.

Para estudiar el efecto de las cargas horizontales se ha modelizado en encepado de pilotes con el programa ROBOT v6, mediante una estructura reticulada espacial, que representa el encepado y los 5 pilotes. En este cálculo se ha modelizado la reacción horizontal del terreno mediante unos muelles horizontales, de forma que puedan estudiarse los esfuerzos inducidos en el pilotes por las cargas horizontales.

Estas cargas producen en los pilotes momentos flectores y axiles, que son de compresión en los pilotes delanteros, y de tracción en los traseros.

Con los axiles totales en ELS se ha definido la longitud de los pilotes, y con los axiles y momentos en ELU se ha definido la armadura de los mismos.

Para el cálculo de la armadura del encepado de pilotes se ha seguido el método propuesto por la EH-91 para encepados de tipo I. No obstante, y debido a la asimetría en la disposición de los pilotes, se ha realizado un cálculo adicional con el método de bielas y tirantes.

# 8. ANEJOS ESTRUCTURALES

ACS Proyectos, Obras y Construcciones, S.A.
Línea de AV Madrid-Barcelona- Frontera Francesa. Subtramo 0. *Viaducto del Manzanares - Estribo 2*

## 8.1.- Cálculo del estribo

Dimensionamiento de Estribos cerrados

Viaducto del Manzanares
Estribo 2

1. Datos

| | | |
|---|---|---|
| HM [m] = | 1.35 | Altura muro frontal (altura total menos altura del murete) |
| BM [m] = | 14.9 | Ancho del Muro Frontal |
| EC [m] = | 0.8 | Excentricidad de las cargas transmitidas por el tablero |
| Entrega [m] = | 0.6 | Entrega del tablero en el estribo |
| BT [m] = | 0.4 | Canto del murete |
| BL [m] = | 0 | Ancho de la zona de apoyo de la losa de transición |
| HL1 [m] = | 3.05 | Altura del murete en trasdós (Espesor del paquete de firme + 30 cm) |
| HL2 [m] = | 0 | Canto de la ménsula de apoyo de la losa de transición |
| theta [º] = | 0 | Ángulo de la cara inferior de la ménsula respecto de la horizontal |
| HT [m] = | 3.05 | Altura del murete |
| ancho tab = | 14.9 | Ancho total del estribo |
| BS [m] = | 0.4 | Canto del muro de respaldo al terminar la ménsula |
| BI [m] = | 0.4 | Canto del muro de respaldo en la unión con la zapata |
| LP [m] = | 1 | Longitud de la puntera |
| LT [m] = | 5.8 | Longitud del talón |
| BZ [m] = | 16 | Ancho total de la zapata |
| HZ [m] = | 2.75 | Canto de la zapata |

Aleta izquierda

| | | |
|---|---|---|
| La [m] = | 5.8 | Longitud de la aleta a partir de la cara exterior del murete |
| Ca [m] = | 0.5 | canto de la aleta en el extremo del voladizo |
| Lv [m] = | 0 | Longitud de la aleta a partir del final del muro en vuelta |
| ba [m] = | 0.4 | canto superior de la aleta /muro en vuelta |
| p (1H:pV) = | 1.00E+10 | pendiente de la aleta /muro en vuelta |
| Camax [m] = | 2.850 | Canto máximo de la aleta |

Aleta derecha

| | | |
|---|---|---|
| La [m] = | 5.8 | Longitud de la aleta a partir de la cara exterior del murete |
| Ca [m] = | 0.5 | canto de la aleta en el extremo del voladizo |
| Lv [m] = | 0 | Longitud de la aleta a partir del final del muro en vuelta |
| ba [m] = | 0.4 | canto superior de la aleta /muro en vuelta |
| p (1H:pV) | 1.00E+10 | pendiente de la aleta /muro en vuelta |
| Camax [m] = | 2.850 | Canto máximo de la aleta |





2. Algunos datos auxiliares

| | | |
|---|---|---|
| B, apoy [m] = | 1.4 | Ancho de la zona de apoyo |
| B,tot sup [m] = | 1.8 | Ancho máximo superior |
| B,cuña [m] = | 0 | Ancho del triángulo de la ménsula de apoyo de LT |
| B zona,desc[m] = | -1.11022E-16 | Zona a descontar o sumar en zona superior de estribo |
| B tot zap [m] = | 8.6 | Ancho total de la zapata |
| B zap - B tal [m] = | 2.8 | Ancho de la zapata menos longitud del talón |
| H tot est [m] = | 4.4 | Altura total del estribo |
| Hmuro+Hzap [m] = | 7.15 | Altura de estribo + canto de la zapata |

Aleta izq

| | | | |
|---|---|---|---|
| Long Muro vuel [m] = | 5.4 | exc MV [m] = | 5.5 |
| e medio MV [m] = | 0.40 | | |
| e medio rect, sup = | | | |

Aleta der

| | | | |
|---|---|---|---|
| Long Muro vuel [m] = | 5.4 | exc MV [m] = | 5.5 |
| e medio MV [m] = | 0.40 | | |

CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS PILOTES = 3.8

3. Datos del terreno

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| gamma [kN/m3] = | 20 | densidad del terreno | ka = | 0.333 |
| fi [º] = | 30 | ángulo de rozamiento interno | mu = | 0.577 |
| sc [kn/m2] = | 30 | | | |

4. Cálculo del peso propio

| Elemento | Peso [kN] | exc, puntera | M [kNm],punt puntera | M [kNm] cdg ENC |
|---|---|---|---|---|
| Muro | 704.025 | 1.700 | 1196.843 | 1478.453 |
| Murete | 454.450 | 2.600 | 1181.570 | 545.340 |
| Muro resp. | 201.150 | 2.600 | 522.990 | 241.380 |
| | 0.000 | 2.800 | 0.000 | 0.000 |
| Apoyo LT | 0.000 | 2.800 | 0.000 | 0.000 |
| - zona triang | 0.000 | 2.800 | 0.000 | 0.000 |
| - zona a + o - | 0.000 | 2.800 | 0.000 | 0.000 |
| muro en vuelta, izq | 237.600 | 5.5 | 1306.800 | -403.920 |
| muro en vuelta,der | 237.600 | 5.500 | 1306.800 | -403.920 |
| aleta izq (1) | 0.000 | 8.200 | 0.000 | 0.000 |
| aleta izq (2) | 0.000 | 8.200 | 0.000 | 0.000 |
| aleta der (1) | 0.000 | 8.200 | 0.000 | 0.000 |
| aleta der (2) | 0.000 | 8.200 | 0.000 | 0.000 |
| zapata | 9460.000 | 4.300 | 40678.000 | 0.000 |
| | 9460.000 | | | -4730 |
| TOTAL | 11294.825 | | 46193.003 | -3272.668 |
| Sin zap | 1834.825 | | 5515.003 | |

5. Cálculo del empuje de tierras, respecto de la base de la zapata

| | Peso [kN] | Emp act | z | M, emp [kNm] | exc, cdg,zap | Mom P v [kNm] | Mom tot [kNm] | Mom puntera |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| tierras | 8166.400 | 2539.099 | 2.383 | 6051.518 | 1.900 | -15516.160 | -9464.642 | 46548.480 |
| sc | 2592.600 | 1065.356 | 3.575 | 3808.648 | 1.900 | -4925.940 | -1117.292 | 14777.820 |
| TOTAL | 10759.000 | 3604.455 | | 9860.166 | | -20442.100 | -10581.934 | 61326.300 |
| | 2592.600 | | | | | | | |





6. Cálculo del empuje de tierras en arranques del muro

| | Peso [kN] | Emp act | z | M, emp [kNm] | Mom tot [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| tierras | 8166.400 | 961.552 | 1.467 | 1410.276 | 1410.276 |
| sc | 2592.600 | 655.604 | 2.200 | 1442.328 | 1442.328 |
| TOTAL | 10759.000 | 1617.156 | | 2852.605 | 2852.605 |

7. Cargas Transmitidas por el tablero (servicio)

| Envolvente | Nk [t] | Vyk [t] | Vzk [t] | Myk [mt] | Mzk [mt] | My, N [kNm] | My,base mur [kNm] | My,base zap [kNm] | Mz,base mur [kNm] | Mz,base zap [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N min | -1139 | 11 | 217 | 0.000 | 436 | 22780.000 | 4068.500 | 31677.000 | 4508.500 | 4811.000 |
| N max | -1043 | 11 | 217 | 0.000 | 436 | 20860.000 | 3972.500 | 29757.000 | 4508.500 | 4811.000 |
| Vy min | -882 | 11 | 141 | 0.000 | 1511 | 17640.000 | 2785.500 | 23421.000 | 15258.500 | 15561.000 |
| Vy max | -786 | 11 | 141 | 0.000 | 1511 | 15720.000 | 2689.500 | 21501.000 | 15258.500 | 15561.000 |
| Vz min | -779 | 11 | 141 | 0.000 | 1418 | 15580.000 | 2682.500 | 21361.000 | 14328.500 | 14631.000 |
| Vz max | -529 | 17 | 34 | 0.000 | 101 | 10580.000 | 988.000 | 11974.000 | 1239.500 | 1707.000 |
| My min | -1043 | 5 | 217 | 0.000 | 392 | 20860.000 | 3972.500 | 29757.000 | 3987.500 | 4125.000 |
| My max | -882 | 5 | 141 | 0.000 | 1467 | 17640.000 | 2785.500 | 23421.000 | 14737.500 | 14875.000 |
| Mz min | -786 | 5 | 141 | 0.000 | 1467 | 15720.000 | 2689.500 | 21501.000 | 14737.500 | 14875.000 |
| Mz max | -1029 | 5 | 217 | 0.000 | 392 | 20580.000 | 3958.500 | 29477.000 | 3987.500 | 4125.000 |

8. Cargas Transmitidas por el Tablero ELU

| Envolvente | Nd [t] | Vyd [t] | Vzd [t] | Myd [mt] | Mzd [mt] | My, N [kNm] | My,base mur [kNm] | My,base zap [kNm] | Mz,base mur [kNm] | Mz,base zap [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N min | -1615 | 16 | 325 | 0.000 | 654 | 32300.000 | 6002.500 | 18975.000 | 6756.000 | 7196.000 |
| N max | -1485 | 16 | 325 | 0.000 | 654 | 37125.000 | 5872.500 | 50450.000 | 6756.000 | 7196.000 |
| Vy min | -1139 | 14 | 233 | 0.000 | 458 | 28475.000 | 3259.400 | 38028.000 | 4769.000 | 5154.000 |
| Vy max | -1229 | 16 | 212 | 0.000 | 2266 | 30725.000 | 2984.900 | 39417.000 | 22876.000 | 23316.000 |
| Vz min | -915 | 16 | 212 | 0.000 | 2266 | 22875.000 | 2953.500 | 31567.000 | 22876.000 | 23316.000 |
| Vz max | -904 | 16 | 212 | 0.000 | 2127 | 22600.000 | 2952.400 | 31292.000 | 21486.000 | 21926.000 |
| My min | -529 | 25 | 50 | 0.000 | 151 | 13225.000 | 727.900 | 15275.000 | 1847.500 | 2535.000 |
| My max | -1615 | 8 | 325 | 0.000 | 588 | 40375.000 | 4549.000 | 53700.000 | 5988.000 | 6208.000 |
| Mz min | -1279 | 8 | 325 | 0.000 | 588 | 31975.000 | 4515.400 | 45300.000 | 5988.000 | 6208.000 |
| Mz max | -529 | 0 | 50 | 0.000 | 0 | 13225.000 | 727.900 | 15275.000 | 0.000 | 0.000 |





9. Comprobación de tensiones

| | | | |
|---|---|---|---|
| Area [m2] = | 137.6 | Axil total de peso estribo y tierras = | 22054 kN |
| Wy [m3] = | 197.227 | Momento total de peso estribo y tierras = | 13826 kn-m |
| Wz [m3] = | 366.933 | | |

| Envolvente | N,k [kN] | My,k [kNm] | Mz,k [kNm] |
|---|---|---|---|
| N min | 33443.825 | 17822.398 | 4811.000 |
| N max | 32483.825 | 15902.398 | 4811.000 |
| Vy min | 30873.825 | 9566.398 | 15561.000 |
| Vy max | 29913.825 | 7646.398 | 15561.000 |
| Vz min | 29843.825 | 7506.398 | 14631.000 |
| Vz max | 27343.825 | -4668.602 | 1707.000 |
| My min | 32483.825 | 15902.398 | 4125.000 |
| My max | 30873.825 | 9566.398 | 14875.000 |
| Mz min | 29913.825 | 7646.398 | 14875.000 |
| Mz max | 32343.825 | 15622.398 | 4125.000 |

Cortante total de tierras y sobrecarga = 3714 kN

| Envolvente ELU | N,k [kN] | My,k [kNm] | Mz,k [kNm] | Vyd [t] | Vzd [t] |
|---|---|---|---|---|---|
| N min | 49230.738 | 31770.398 | 7196.000 | 160.000 | 8821.000 |
| N max | 47930.738 | 36595.398 | 7196.000 | 160.000 | 8821.000 |
| Vy min | 44470.738 | 24173.398 | 5154.000 | 140.000 | 7901.000 |
| Vy max | 45370.738 | 25562.398 | 23316.000 | 160.000 | 7691.000 |
| Vz min | 42230.738 | 17712.398 | 23316.000 | 160.000 | 7691.000 |
| Vz max | 42120.738 | 17437.398 | 21926.000 | 160.000 | 7691.000 |
| My min | 38370.738 | -9606.902 | 2535.000 | 250.000 | 6071.000 |
| My max | 49230.738 | 39845.398 | 6208.000 | 80.000 | 8821.000 |
| Mz min | 45870.738 | 31445.398 | 6208.000 | 80.000 | 8821.000 |
| Mz max | 38370.738 | -9606.902 | 0.000 | 0.000 | 6071.000 |

11. Dimensionamiento Arranque de muro

Canto muro = 1.8

| Envolvente | Md [kNm/m] |
|---|---|
| N min | 690.027 |
| N max | 681.302 |
| Vy min | 505.927 |
| Vy max | 487.504 |
| Vz min | 485.396 |
| Vz max | 485.323 |
| My min | 336.027 |
| My max | 592.477 |
| Mz min | 590.222 |
| Mz max | 336.027 |
| Md, max [kNm/m] = | 690.027 |
| U0 [kN/m] = | 24791.67 |
| Mlim [kNm/m] = | 16269.53125 |
| As [cm2/m] = | 9.142 |

12. Dimensionamiento murete

| | Emp act [kN/m] | exc [m] | Md [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| Tierras | 31.009 | 1.017 | 47.288 |
| sc | 30.500 | 1.525 | 69.769 |

| | |
|---|---|
| Md, tot = | 117.057 |
| U0 [kN/m] = | 4958.333 |
| Mlim [kN/m] | 650.781 |
| As [cm2/m] = | 7.971 |





ACS INFRAESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA Pág.

De a Fecha

PESO ESTRIBO + TIERRAS

Zapata 2,5 2,75 (16,3,6,2 - 3,6,5,0 2,2,3,) = 643,5 t = N OK

2,5 2,75 (16,3,6,2 - 3,6,5,0 2,2,3,) = 222,75 t/m = H OK

OK

Tierras 2,0 0,33 7,15 7,15 14,9 + 2,0 0,33 (4,4 + 7,15) 2,75 4,4 = 2627,9 t = H

2,0 4,4 (3,8,16 - 3,0 2,8,5) = 429,44 t = N OK

25,137 7,15 / 2 + 4,39 2,75 / 2 + 2,75 / 3 + 0,8 14,1 4,4 0,6 2,0 -

Empuje tierras OK Peso tierras

- 2,0 4,4 2,0 5,0 2,65 2,3 = 130,85 m t = H

Sobrecarga 3,0 0,33 7,15 14,9 + 3,0 2,3 2,75 4,10 = 1085 t = H OK

3,0 23,54 = 115,62 t = N OK

OK 3,033 7,15 14,9 7,15 / 2 + 3,0 0,33 2,75 4,10 2,75 / 2 + 0,8 14,1 3,0 0,6 -

Empuje sc

- 2,0 5,0 2,65 3,0 2,3 = 218,63 m t = H - 114,4

OK

Cuerpo estribo 1,35 1,8 2,5 14,9 + 0,4 2,5 3,05 14,9 + 2 5,4 0,4 2,5 4,4 = 183,5 N = [2,5 [1,35 1,8 14,9-1,9 + 0,4 3,05 14,9 1,2 - 2,4 4,4 5,4 1,7]]

= 145,73 m t = H OK

Mtot = 1332,06 t

Htot = 331,44 t

Htot = 288,4 m t

## 8.2.- Dimensionamiento del encepado

ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA Pág.

De a Fecha

DIMENSIONAMIENTO DEL ENCEPADO

$V_{max} = 4,0\ m = 1,45\ h < 1,5\ h \rightarrow$ ENCEPADO TIPO 1

$V_d = 604,7 \cdot (4 + 0,15 \cdot 1,8) = 2582,1\ mt$ $A_s = 244,1\ cm^2$

$50\ \phi\ 25$

Entre fajas: $\frac{2 \cdot 50 \cdot 4,91}{4} = 122,75\ cm^2$

$\frac{122,75}{6,2 \cdot 2 - 1,8} = 11,6\ cm^2/m \rightarrow \phi\ 20\ a\ 0,20$

Armadura superior

Armadura inferior total: $100 \cdot 4,91 + 15,7 \cdot 12,4 = 685,7\ cm^2$

$\frac{1}{10}\ 685,7 = 68,57\ cm^2$

Ancho encepado menos pilotes: $16 - 2 \cdot 1,8 = 12,4\ m$

$A_{sup} = 5,53\ cm^2/m$

Armadura transversal:

$\frac{685,7}{5} = 137,14\ cm^2$ $15,9\ cm^2/m$

CORTANTE

$V_d = 604,7\ t$

Sección de cálculo $\begin{cases} h = 2,75 \\ b = 16 \end{cases}$ $V_d = 1209,4$

$V_{cu} = 3 \cdot b_2 \cdot d_2 \left(1 - \frac{V}{5d}\right) f_{cv} = 3 \cdot 16 \cdot 2,7 \left(1 - \frac{4,0}{5 \cdot 2,7}\right) 64,5 = 5887\ t$

$f_{cv} = 5 \sqrt{\frac{250}{1,5}} = 64,5\ t/m^2$

No necesita armadura de cortante.

Mod. 54

Armadura de suspensión

$N_{dmax} = 4923,1\ t$ $\quad n = 6$ pilotes.

$F = \frac{4923,1}{1,5 \cdot 5} = 656,4\ t \rightarrow 164,1\ cm^2$

Longitud entre pilotes $(6,2 - 1,8)2 + (5 - 1,8)2 + 6,2 \cdot 2 - 1,8 = 25,8\ m$

$\frac{164,1}{25,8} = 6,36\ cm^2/m$ $\quad 1c\phi 12\ a\ 0,15$

En la línea de pilotes delanteros las esperas del muro hacen de armadura de suspensión.

$L = (5 - 1,8)2 + 6,2 \cdot 2 - 1,8 = 17\ m$

$\frac{164,1}{17} = 9,65\ cm^2/m$

$\frac{164,1}{10,16} = 15,48\ cm^2$ $\quad 1c\phi 16\ a\ 0,20$

CUANTÍAS MÍNIMAS

- Mecánicas: $0,04\ 2,75\ \frac{2600/1,5}{51000/1,15}\ 10^4 = 41,34\ cm^2/m$
- En el ancho total: $661,44\ cm^2$ $\quad$ Hay $685,7\ cm^2$/
  En el largo $355,5\ cm^2$ $\quad$ Hay $837,26\ cm^2$
- Geométricas: $1,8 \cdot 2,75 \cdot 10 = 49,5\ cm^2/m$

Mod. 54



Flexión debida al peso de las tierras:

$M_d = (1,35\ 2\ 4,4 + 1,5\ 3)\ \frac{12,4^2}{8} = 314,82\ mt/m$ $\quad A_s = 29,2\ cm^2/m$

$\phi\ 20\ a\ 0,10$

Mod. 54

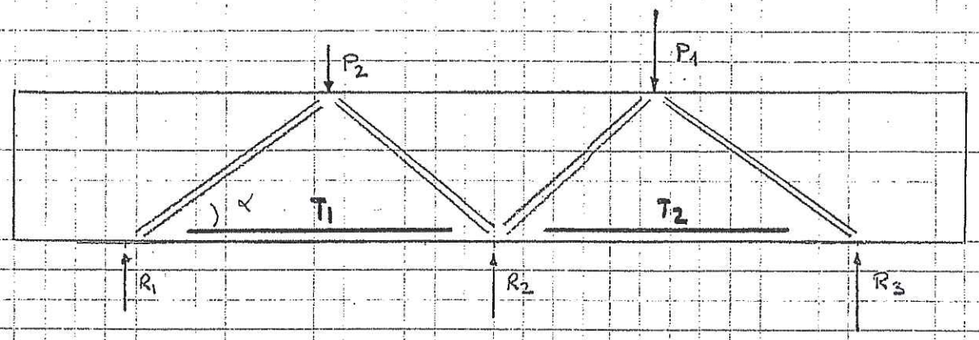
ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA Pág.

De a Fecha

CARGAS

- Tablero
  - + Carga vertical N
  - + Momento Transversal $M_T$
  - + Fuerza Transversal $F_T$




$$P_1 = \frac{N}{2} + \frac{(M_T + F_T \cdot 4,10)}{5,5} \qquad R_1 = \frac{N}{3} - \frac{M_T + 4,1 \cdot F_T}{12,4}$$

$$P_2 = \frac{N}{2} - \frac{M_T + F_T \cdot 4,10}{5,5} \qquad R_2 = \frac{N}{3}$$

$$R_3 = \frac{N}{3} + \frac{M_T + 4,1 \cdot F_T}{12,4}$$

$$\alpha = \text{arc tg } \frac{2,75\ 0,8}{3,45} = 32,5°$$

$$T_1 = \frac{R_1}{tg\alpha} \qquad T_2 = \frac{R_3}{tg\alpha}$$

$$R_{3\,max} = \frac{1615}{3} + \frac{2266 + 4,1 \cdot 25}{12,4} = 729,3\ t \qquad T_{2d} = 1144,8\ t$$

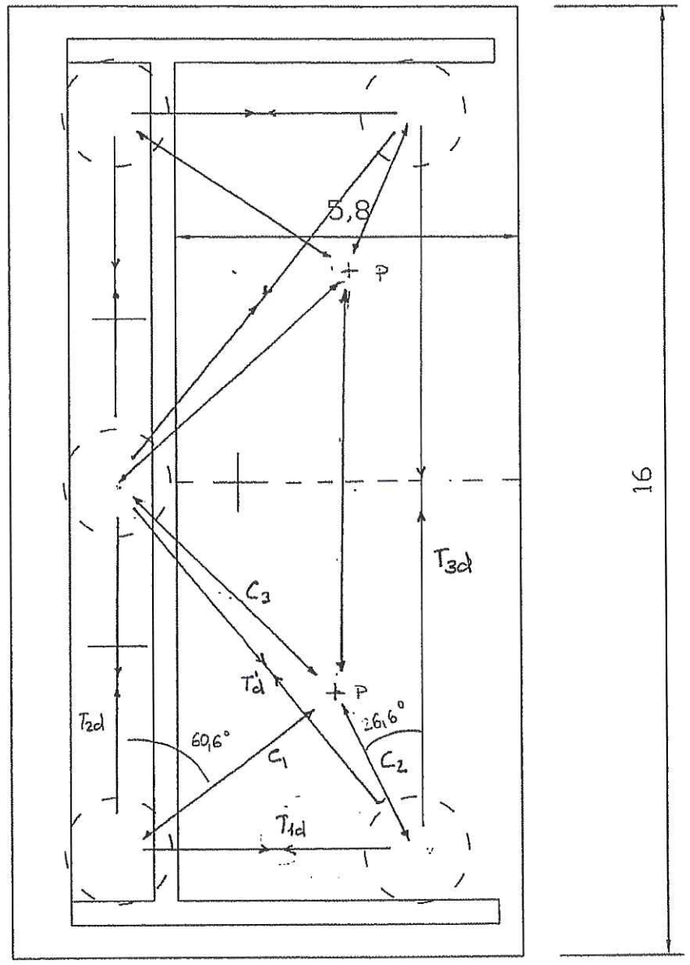
Pil del 88,8 t

+ Fuerza long. may. 325 t → $M_{tl}$ = 1332,5 mt / Pil Tra. 133,3 t

$$T_{2d} = \frac{88,8}{tg\,32,5} = 139,4\ t$$

En pilotes traseros $\alpha = \text{arc tg } \frac{2,75\ 0,8}{6,2} = 19,5$ → $T_{Td} = 375,7\ t$

Mod. 54




- Tierras y sobrecarga

$$P = \frac{16}{2} \cdot 5,8\ (2 \cdot 4,4 + 3) = 547,52$$

$$P_d = 1,5 \cdot 547,52 = 821,28\ t$$

$$H = 0,33 \left[2 \cdot \frac{7,15^3}{6} + 3\ \frac{7,15^2}{2}\right] 14,9 = 976,15\ mt$$

$$M_d = 1,5\ 976,15 = 1464,2\ mt$$

El momento se descompone en un par de fuerzas situadas en el punto de aplicación de las cargas del tablero y en el punto de aplicación de las tierras

$$M_d = C \cdot 3,9 \qquad C_d = 375,4\ t$$

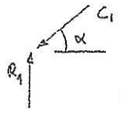
Cada una de las cargas en los neoprenos es: 187,7 t

$$T_{2d} = \frac{187,7}{tg\,32,5} = \underline{294,66\ t}$$

En el punto de aplicación de las tierras cada carga P es $821,28 - 187,7 = 633,6\ t$

Primero hay que calcular las reacciones en cada pilote.

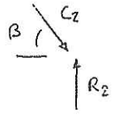
$N = 1257,2\ t$, $M = 2407,68\ mt$ → Pilotes delanteros: 92,9 t; Pilotes traseros 494,2 t




$$\alpha = \text{arc tg } \frac{2,75 \cdot 0,8}{4,48} = 26,15° \qquad T_{d-c1} = \frac{R_1}{tg\alpha} = \frac{92,9}{0,4911} = 187,55\ t$$

$$T_{2d} = 187,55 \cos 60,6 = 92,07\ t$$

$$T_{1d} = 187,55 \operatorname{sen} 60,6 = 163,4\ t$$




$$\beta = \text{arc tg } \frac{2,75 \cdot 0,8}{2,46} = 41,9° \qquad T_{d-c2} = \frac{494,2}{0,898} = 550,36\ t$$

ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA Pág.

De a Fecha

550,36 sen 26,6 = Tld + Td sen 38,9 Td = 132,2

550,36 cos 26,6 = 132,2 cos 38,9 + Tsd Tsd = 389,2 t

Td se descompone para armar en direcciones ortogonales:

$Td_x$ = 132,2 sen 38,9 = 83,02 t

$Td_y$ = 132,2 cos 38,9 = 102,88 t

Tld = 83,02 + 163,4 = 246,42 t

T2d = 92,07 + 102,88 = 195 t

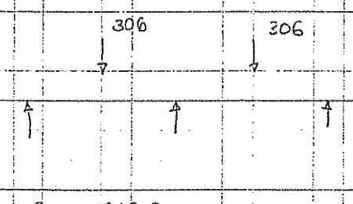
Tsd = 389,2 + 102,88 = 492 t

- Peso estribo

N = 1129,5 t } Pilotes delanteros: 204,1 t

H = 327,27 mt ↷ } Pilotes traseros: 258,6 t

Fuerza para los delanteros: 612,3 t → 306,15 t/apoyo




$R_1 + R_2 + R_3 = 306\ 2$

$6,2 \cdot R_2 + 12,4\ R_3 = 306\,(3,45 + 8,95)$

$R_1 = R_3$

$2R_1 + R_2 = 612,3$

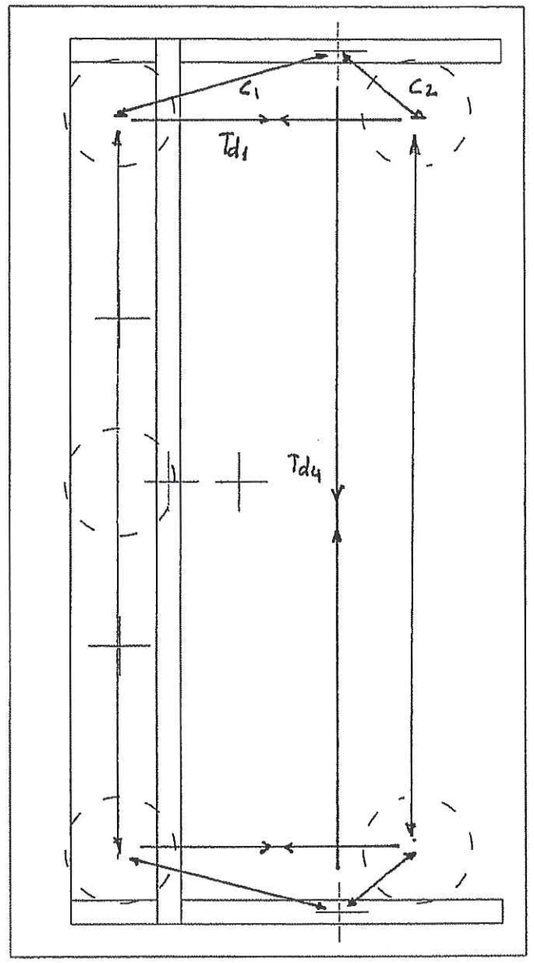
$12,4\ R_1 + 6,2\ R_2 = 3796,26$

Suponemos la misma carga en los 3 pilotes: N = 204,1

$Td = \frac{204,1}{tg\,32,5} = 320,4$ t

Pilotes Traseros $\frac{258,6}{tg\,19,5} = 730,3$ t

Mod. 54




Peso muros vuelta

P = 2,5 0,4 4,4 5,4 = 23,76

Pd = 32,08 t

Hd = 32,0 8 1,2 = 38,5 t

Carga pilotes delanteros

$R_{1d} = \frac{32,08}{2} - \frac{38,5}{5} = 8,34$

Carga pilotes traseros

$R_{2d} = \frac{32,08}{2} + \frac{38,5}{5} = 23,74$

$\alpha = arc\,tg\,\frac{2,75\ 0,8}{3,85} = 29,74$

$\beta = arc\,tg\,\frac{2,75\ 0,8}{1,67} = 52,8$

$C_1 \operatorname{sen}\alpha = R_1 \quad C_1 = 16,8$

$C_2 \operatorname{sen}\beta = R_2 \quad C_2 = 29,8$

$C_{1\text{-proy}} = 16,8 \cos 29,74$

$C_{1\,proy} = 14,6$

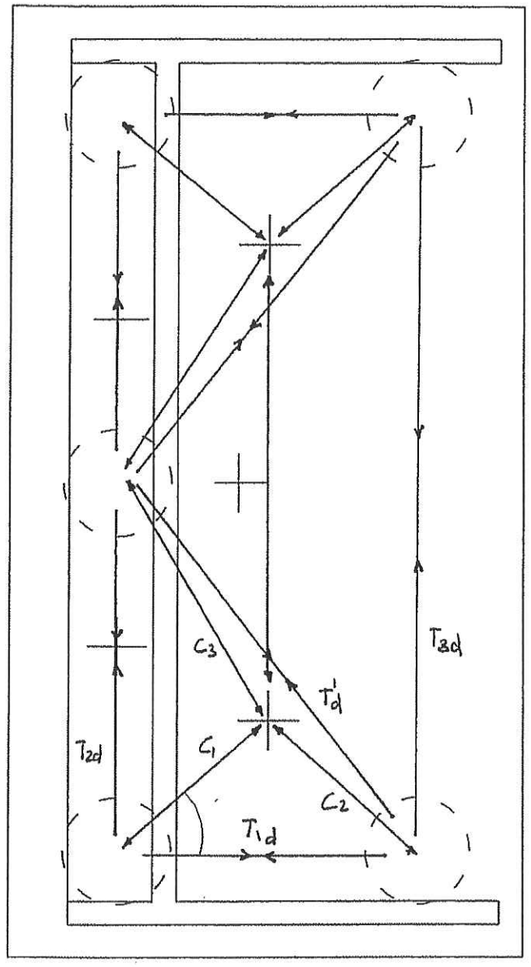
$Td_1 = 14,6 \cos 15,8 = 14,05$

$C_{2proy} = 29,8 \cos 52,8 = 18,02$

$Td_1 = 18,02 \cos 38,9 = 14,03$ ok

$C_1 \cdot \cos 29,74 \operatorname{sen} 15,8 + C_2 \cos 52,8 \cdot \operatorname{sen} 38,9 = Td_4$

$Td_4 = 15,3$ t




Peso zapata

$P = 16 \cdot 2{,}75 \cdot 8{,}6 \cdot 2{,}5 = 946\ t$

$P_d = 1{,}35\ 946 = 1277{,}1\ t$

En cada mitad $638{,}55\ t$

$M_d = 0{,}5\ 1277{,}1 = 638{,}55\ mt$

Carga pilotes delanteros

$P_1 = 212{,}9\ t$

Carga pilotes traseros

$P_2 = 319{,}3\ t$

$\alpha = \text{arc tg } \frac{0{,}8\ 2{,}75}{3{,}33} = 33{,}45°$

$C_{1\,proy} = \frac{R_1}{tg\ 33{,}45} = 322{,}3\ t$

$T_{1d} = 322{,}3 \cos 41{,}3 = 242{,}1\ t$

$T_{2d} = 322{,}3 \operatorname{sen} 41{,}3 = 212{,}7\ t$

$\beta = \text{arc tg } \frac{0{,}8\ 2{,}75}{3{,}33} = 33{,}45$

$C_{2proy} = \frac{R_2}{tg\ 33{,}45} = 483{,}3\ t$

$483{,}3 \cdot \cos 41{,}3 = 242{,}1 + T'_d \cos 51{,}1$ $\quad T'_d = 192{,}7\ t$

$483{,}3 \operatorname{sen} 41{,}3 = 192{,}7 \operatorname{sen} 51{,}1 + T_{3d}$ $\quad T_{3d} = 169\ t$

$T'_d$ se descompone en direcciones ortogonales.

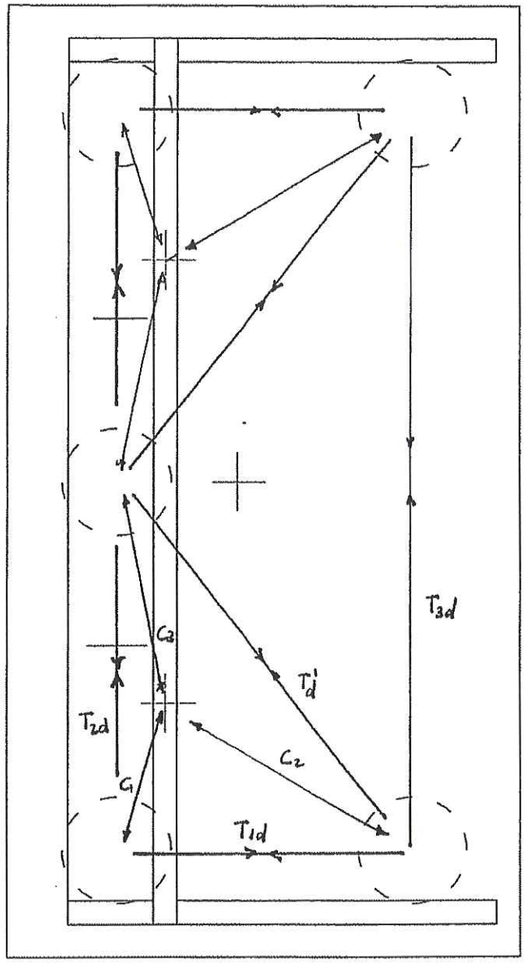
$T'_{dx} = 192{,}7 \cdot \cos 51{,}1 = 121\ t$

$T'_{dy} = 192{,}7 \cdot \operatorname{sen} 51{,}1 = 150\ t$

$T_{1d} = 242{,}1 + 121 = 363{,}1\ t$

$T_{2d} = 212{,}7 + 150 = 362{,}7\ t$

$T_{3d} = 169 + 150 = 319\ t$




Peso muerte

$P = 2{,}5\ 0{,}4 \cdot 4{,}4 \cdot 14{,}9 = 65{,}56$

$P_d = \frac{1{,}35\ 65{,}56}{2} = 44{,}25\ t$

$M_d = 1{,}2\ 44{,}25 \cdot 2 = 106{,}2\ mt$

Carga pilotes delanteros

$R_{1d} = 24{,}8\ t$

Carga pilotes traseros

$R_{2d} = 7{,}1\ t$

$\alpha = \text{arc tg } \frac{0{,}8\ 2{,}75}{2{,}6} = 40{,}2$

$\beta = \text{arc tg } \frac{0{,}8\ 2{,}75}{4{,}875} = 24{,}3$

$C_{1\,proy} = \frac{24{,}8}{tg\ 40{,}2} = 28{,}74$ $\quad T_{1d} = 28{,}74 \cos 72{,}1 = 8{,}834\ t$

$T_{2d} = 28{,}74 \operatorname{sen} 72{,}1 = 27{,}35\ t$

$C_{2\,proy} = \frac{7{,}1}{tg\ 24{,}3} = 15{,}72$ $\quad T_{1d} + T'_d \cos 51{,}1 = 15{,}7 \cos 30{,}5$ $\quad T'_d = 7{,}5\ t$

$T_{3d} + T'_d \operatorname{sen} 51{,}1 = 15{,}7 \operatorname{sen} 30{,}5$ $\quad T_{d3} = 2{,}13$

$T'_d$ se descompone $\quad T'_{dx} = 7{,}5 \cos 51{,}1 = 4{,}7\ t$

$T'_{dy} = 7{,}5 \operatorname{sen} 51{,}1 = 5{,}84\ t$

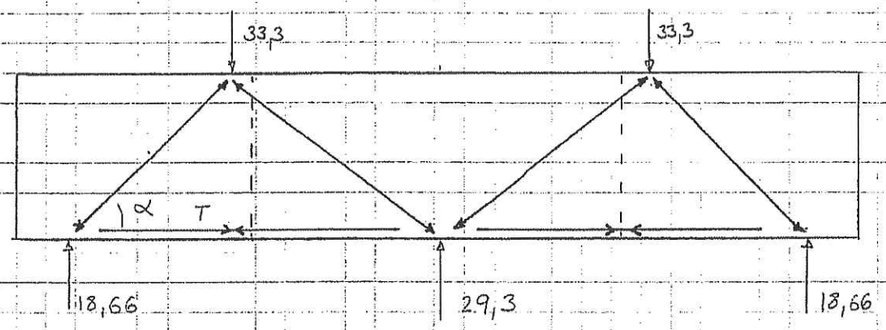
$T_{1d} = 8{,}834 + 4{,}7 = 13{,}5\ t$

$T_{2d} = 27{,}35 + 5{,}84 = 33{,}2\ t$

$T_{3d} = 2{,}13 + 5{,}84 = 7{,}97$

Peso del cuerpo del estribo (sin murete, ni tapes, ni aletas)

$(0,6+0,8)\,1,35 \cdot 14,1 \cdot 2,5 = 66,6\ t$




$\alpha = \text{arc tg}\ \frac{0,8 \cdot 2,75}{2,675} = 39,43°$

$T_1 = \frac{18,66}{\text{tg } 39\,43} = 22,7 \qquad T_{1d} = 30,63\ t$





RESUMEN

Tirante pilotes delanteros — 60 ϕ 32

$T_{2d} = 1144,8 + 139,4 + 195 + 362,7 + 33,2 + 30,63 = 1905,7\ t \qquad 476,4\ cm^2$ — 98 ϕ 25

Tirante pilotes trasero-

$T_{3d} = 375,7 + 492 + 319 + 8 = 1194,7\ t \qquad 298,7\ cm^2 \qquad 61\ \phi 25$

Tirante transversal

$T_{4d} = 247 + 14,03 + 363,1 + 13,5 = 637,6\ t \qquad 159,4\ cm^2 \qquad 33\ \phi 25$

Tirante superior

$T_{4d} = 15,3 + \qquad 3,825\ cm^2$

## 8.3.- Dimensionamiento de los pilotes

## 8.3.1. Estudio del comportamiento frente a cargas horizontales



| Nomb. arch.: MAN-E2.DIM | Fecha 29-11-2002 14:40 | ROBOT V6 v. 4.1 |
|---|---|---|

ROBOT

PORtico ESPacial

NUDos 37 ELEmentos 36

UNIdades
Longitud=m FUErzas=T

NUDos

| Nº | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 7.5 |
| 3 | 0 | 0 | 10.5 |
| 4 | 0 | 0 | 12.5 |
| 5 | 0 | 0 | 16.5 |
| 6 | 0 | 0 | 20.5 |
| 7 | 0 | 0 | 23 |
| 8 | 0 | 6.2 | 0 |
| 9 | 0 | 6.2 | 7.5 |
| 10 | 0 | 6.2 | 10.5 |
| 11 | 0 | 6.2 | 12.5 |
| 12 | 0 | 6.2 | 16.5 |
| 13 | 0 | 6.2 | 20.5 |
| 14 | 0 | 6.2 | 23 |
| 15 | 0 | 12.4 | 0 |
| 16 | 0 | 12.4 | 7.5 |
| 17 | 0 | 12.4 | 10.5 |
| 18 | 0 | 12.4 | 12.5 |
| 19 | 0 | 12.4 | 16.5 |
| 20 | 0 | 12.4 | 20.5 |
| 21 | 0 | 12.4 | 23 |
| 22 | 5 | 12.4 | 0 |
| 23 | 5 | 12.4 | 7.5 |
| 24 | 5 | 12.4 | 10.5 |
| 25 | 5 | 12.4 | 12.5 |
| 26 | 5 | 12.4 | 16.5 |
| 27 | 5 | 12.4 | 20.5 |
| 28 | 5 | 12.4 | 23 |
| 29 | 5 | 0 | 0 |
| 30 | 5 | 0 | 7.5 |
| 31 | 5 | 0 | 10.5 |
| 32 | 5 | 0 | 12.5 |
| 33 | 5 | 0 | 16.5 |
| 34 | 5 | 0 | 20.5 |
| 35 | 5 | 0 | 23 |
| 36 | 0 | -1.80 | 23 |
| 37 | 0 | 14.2 | 23 |

ELEmentos

| Nº | OR | FI |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 3 |
| 3 | 3 | 4 |
| 4 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 6 |
| 6 | 6 | 7 |
| 7 | 8 | 9 |
| 8 | 9 | 10 |
| 9 | 10 | 11 |
| 10 | 11 | 12 |
| 11 | 12 | 13 |

```
      12      13      14
      13      15      16
      14      16      17
      15      17      18
      16      18      19
      17      19      20
      18      20      21
      19      22      23
      20      23      24
      21      24      25
      22      25      26
      23      26      27
      24      27      28
      25      29      30
      26      30      31
      27      31      32
      28      32      33
      29      33      34
      30      34      35
      31      36      7
      32      7       14
      33      14      21
      34      21      37
      35      7       35
      36      21      28

CARActerísticas
 "H-250"
  RO=2.50136
  1 7 13 19 25 DIAmetro=1.8 EP=0.9 KY=20000 KZ=20000
  2 8 14 20 26 DIAmetro=1.8 EP=0.9 KY=4000 KZ=4000
  3 9 15 21 27 DIAmetro=1.8 EP=0.9 KY=20000 KZ=20000
  4 10 16 22 28 DIAmetro=1.8 EP=0.9 KY=1500 KZ=1500
  5 11 17 23 29 DIAmetro=1.8 EP=0.9 KY=2500 KZ=2500
  6 12 18 24 30 DIAmetro=1.8 EP=0.9
  31a36 BB=3.6 HH=2.75

APOyos
' Etiqueta         - móvil
' Ninguna etiqueta - fijo

 1 8 15 22 29 UX UY RX RY

CARGamento

CASo # 1 FUERZA HORIZONTAL UNIDAD
   ELEmento
   31a34 pX=-1

   binación # 2 ELU 1
   1 1

FIN
```



Especificación de esfuerzos

Resultados individuales

Convención de señales - fuerzas internas

Elemento todo
1A36
Nudo todo
1A37
Caso 1 2
1 2

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 5.37>> | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37<< | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 >> | 0.00 | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 << | 0.00 | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00>> | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00<< | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00 | -0.06>> | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00 | -0.06<< | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.00>> |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.00<< |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 5.37 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.00 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37>> | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37<< | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01>> | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01<< | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78>> | -0.06 | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78<< | -0.06 | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06>> | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06<< | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86>> |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86<< |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 1 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37>> | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37<< | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01>> | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01<< | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78>> | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78<< | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06>> | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06<< | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86>> |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86<< |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 2 | 2 | 5.37 | 0.01 | 0.78 | -0.06 | 2.86 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37>> | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37<< | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00>> | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00<< | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70>> | -0.06 | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70<< | -0.06 | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06>> | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06<< | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15>> |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15<< |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 2 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37>> | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37<< | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |

Especificación de esfuerzos

Resultados individuales

Convención de señales - fuerzas internas

Elemento todo
1A36
Nudo todo
1A37
Caso 1 2
1 2

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00 |
| 1 | 1 | 2 | 0.00>> |
| 1 | 1 | 2 | 0.00<< |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05 |
| 1 | 2 | 2 | -0.05>> |
| 1 | 2 | 2 | -0.05<< |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05 |
| 2 | 2 | 2 | -0.05>> |
| 2 | 2 | 2 | -0.05<< |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07 |
| 2 | 3 | 2 | -0.07>> |
| 2 | 3 | 2 | -0.07<< |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00>> | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00<< | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70>> | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70<< | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06>> | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06<< | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15>> |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15<< |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 3 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | -0.06 | 5.15 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37>> | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37<< | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04>> | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04<< | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60>> | -0.06 | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60<< | -0.06 | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06>> | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06<< | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45>> |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45<< |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 3 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37>> | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37<< | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04>> | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04<< | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60>> | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60<< | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06>> | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06<< | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45>> |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45<< |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 4 | 2 | 5.37 | -0.04 | -0.60 | -0.06 | 5.45 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37>> | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37<< | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05>> | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05<< | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16>> | -0.06 | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16<< | -0.06 | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06>> | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06<< | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13>> |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13<< |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 4 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37>> | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37<< | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05>> | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05<< | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16>> | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16<< | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06>> | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06<< | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13>> |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13<< |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 5 | 2 | 5.37 | -0.05 | -1.16 | -0.06 | 2.13 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37>> | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37<< | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08>> | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08<< | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20>> | -0.06 | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20<< | -0.06 | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06>> | -6.20 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07 |
| 3 | 3 | 2 | -0.07>> |
| 3 | 3 | 2 | -0.07<< |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03 |
| 3 | 4 | 2 | -0.03>> |
| 3 | 4 | 2 | -0.03<< |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03 |
| 4 | 4 | 2 | -0.03>> |
| 4 | 4 | 2 | -0.03<< |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14 |
| 4 | 5 | 2 | 0.14>> |
| 4 | 5 | 2 | 0.14<< |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14 |
| 5 | 5 | 2 | 0.14>> |
| 5 | 5 | 2 | 0.14<< |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06<< | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20>> |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20<< |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 5 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37>> | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37<< | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08>> | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08<< | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20>> | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20<< | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06>> | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06<< | -6.20 |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20>> |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20<< |
| 6 | 6 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -6.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37>> | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37<< | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08>> | -3.20 | -0.06 | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08<< | -3.20 | -0.06 | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20>> | -0.06 | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20<< | -0.06 | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06>> | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06<< | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -14.20>> |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -14.20<< |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -14.20 |
| 6 | 7 | 2 | 5.37 | -0.08 | -3.20 | -0.06 | -14.20 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43>> | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43<< | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00>> | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00<< | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78>> | 0.00 | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78<< | 0.00 | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00>> | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00<< | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81>> |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81<< |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 7 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43>> | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43<< | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00>> | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00<< | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78>> | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78<< | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00>> | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00<< | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81>> |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81<< |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |
| 8 | 9 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 2.81 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40 |
| 5 | 6 | 2 | 0.40>> |
| 5 | 6 | 2 | 0.40<< |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40 |
| 6 | 6 | 2 | 0.40>> |
| 6 | 6 | 2 | 0.40<< |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59 |
| 6 | 7 | 2 | 0.59>> |
| 6 | 7 | 2 | 0.59<< |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00 |
| 7 | 8 | 2 | 0.00>> |
| 7 | 8 | 2 | 0.00<< |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00 |
| 7 | 9 | 2 | 0.00>> |
| 7 | 9 | 2 | 0.00<< |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00 |
| 8 | 9 | 2 | 0.00>> |
| 8 | 9 | 2 | 0.00<< |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 10 | 2 | 3.43>> | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43<< | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00>> | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00<< | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71>> | 0.00 | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71<< | 0.00 | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00>> | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00<< | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10>> |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10<< |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 8 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43>> | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43<< | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00>> | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00<< | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71>> | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71<< | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00>> | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00<< | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10>> |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10<< |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 10 | 2 | 3.43 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 5.10 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43>> | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43<< | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00>> | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00<< | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54>> | 0.00 | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54<< | 0.00 | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00>> | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00<< | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46>> |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46<< |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 9 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43>> | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43<< | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00>> | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00<< | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54>> | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54<< | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00>> | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00<< | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46>> |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46<< |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 11 | 2 | 3.43 | 0.00 | -0.54 | 0.00 | 5.46 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43>> | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43<< | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00>> | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00<< | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08>> | 0.00 | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08<< | 0.00 | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00>> | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00<< | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42>> |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42<< |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 10 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43>> | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43<< | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00>> | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00<< | -1.08 | 0.00 | 2.42 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00 |
| 8 | 10 | 2 | 0.00>> |
| 8 | 10 | 2 | 0.00<< |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00 |
| 9 | 10 | 2 | 0.00>> |
| 9 | 10 | 2 | 0.00<< |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00 |
| 9 | 11 | 2 | 0.00>> |
| 9 | 11 | 2 | 0.00<< |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00 |
| 10 | 11 | 2 | 0.00>> |
| 10 | 11 | 2 | 0.00<< |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00 |
| 10 | 12 | 2 | 0.00>> |
| 10 | 12 | 2 | 0.00<< |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08>> | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08<< | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00>> | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00<< | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42>> |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42<< |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 12 | 2 | 3.43 | 0.00 | -1.08 | 0.00 | 2.42 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43>> | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43<< | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00>> | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00<< | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11>> | 0.00 | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11<< | 0.00 | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00>> | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00<< | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58>> |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58<< |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 11 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43>> | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43<< | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00>> | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00<< | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11>> | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11<< | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00>> | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00<< | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58>> |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58<< |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 13 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -5.58 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43>> | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43<< | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00>> | -3.11 | 0.00 | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00<< | -3.11 | 0.00 | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11>> | 0.00 | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11<< | 0.00 | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00>> | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00<< | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -13.35>> |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -13.35<< |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -13.35 |
| 12 | 14 | 2 | 3.43 | 0.00 | -3.11 | 0.00 | -13.35 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37>> | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37<< | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00>> | 0.00 | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00<< | 0.00 | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00>> | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00<< | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00 | 0.06>> | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00 | 0.06<< | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.0 >> |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.0 << |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 15 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.0 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37>> | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37<< | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01>> | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01<< | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78>> | 0.06 | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78<< | 0.06 | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06>> | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06<< | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86>> |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00 |
| 11 | 12 | 2 | 0.00>> |
| 11 | 12 | 2 | 0.00<< |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00 |
| 11 | 13 | 2 | 0.00>> |
| 11 | 13 | 2 | 0.00<< |
| 12 | 13 | 2 | 0.00 |
| 12 | 13 | 2 | 0.00 |
| 12 | 13 | 2 | 0.00 |
| 12 | 13 | 2 | 0.00 |
| 12 | 13 | 2 | 0.00 |
| 12 | 13 | 2 | 0.00 |
| 12 | 13 | 2 | 0.00 |
| 12 | 13 | 2 | 0.00>> |
| 12 | 13 | 2 | 0.00<< |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00 |
| 12 | 14 | 2 | 0.00>> |
| 12 | 14 | 2 | 0.00<< |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00 |
| 13 | 15 | 2 | 0.00>> |
| 13 | 15 | 2 | 0.00<< |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86<< |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 13 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37>> | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37<< | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01>> | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01<< | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78>> | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78<< | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06>> | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06<< | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86>> |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86<< |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 16 | 2 | 5.37 | -0.01 | 0.78 | 0.06 | 2.86 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37>> | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37<< | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00>> | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00<< | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70>> | 0.06 | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70<< | 0.06 | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06>> | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06<< | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15>> |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15<< |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 14 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37>> | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37<< | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00>> | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00<< | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70>> | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70<< | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06>> | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06<< | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15>> |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15<< |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 17 | 2 | 5.37 | 0.00 | 0.70 | 0.06 | 5.15 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37>> | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37<< | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04>> | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04<< | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60>> | 0.06 | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60<< | 0.06 | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06>> | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06<< | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45>> |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45<< |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 15 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37>> | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37<< | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04>> | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04<< | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60>> | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60<< | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06>> | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06<< | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45>> |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45<< |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 18 | 2 | 5.37 | 0.04 | -0.60 | 0.06 | 5.45 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37>> | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 13 | 16 | 2 | 0.05 |
| 13 | 16 | 2 | 0.05>> |
| 13 | 16 | 2 | 0.05<< |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05 |
| 14 | 16 | 2 | 0.05>> |
| 14 | 16 | 2 | 0.05<< |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07 |
| 14 | 17 | 2 | 0.07>> |
| 14 | 17 | 2 | 0.07<< |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07 |
| 15 | 17 | 2 | 0.07>> |
| 15 | 17 | 2 | 0.07<< |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03 |
| 15 | 18 | 2 | 0.03>> |
| 15 | 18 | 2 | 0.03<< |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03 |
| 16 | 18 | 2 | 0.03>> |
| 16 | 18 | 2 | 0.03<< |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 19 | 2 | 5.37<< | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05>> | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05<< | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16>> | 0.06 | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16<< | 0.06 | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06>> | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06<< | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13>> |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13<< |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 16 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37>> | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37<< | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05>> | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05<< | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16>> | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16<< | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06>> | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06<< | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13>> |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13<< |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 19 | 2 | 5.37 | 0.05 | -1.16 | 0.06 | 2.13 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37>> | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37<< | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08>> | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08<< | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20>> | 0.06 | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20<< | 0.06 | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06>> | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06<< | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20>> |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20<< |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 17 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37>> | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37<< | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08>> | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08<< | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20>> | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20<< | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06>> | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06<< | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20>> |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20<< |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 20 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -6.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37>> | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37<< | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08>> | -3.20 | 0.06 | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08<< | -3.20 | 0.06 | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20>> | 0.06 | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20<< | 0.06 | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06>> | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06<< | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -14.20>> |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -14.20<< |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -14.20 |
| 18 | 21 | 2 | 5.37 | 0.08 | -3.20 | 0.06 | -14.20 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09>> | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09<< | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 >> | 0.0 | 0.06 | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 << | 0.0 | 0.06 | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 >> | 0.06 | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 << | 0.06 | 0.00 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14 |
| 16 | 19 | 2 | -0.14>> |
| 16 | 19 | 2 | -0.14<< |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14 |
| 17 | 19 | 2 | -0.14>> |
| 17 | 19 | 2 | -0.14<< |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40 |
| 17 | 20 | 2 | -0.40>> |
| 17 | 20 | 2 | -0.40<< |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40 |
| 18 | 20 | 2 | -0.40>> |
| 18 | 20 | 2 | -0.40<< |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59 |
| 18 | 21 | 2 | -0.59>> |
| 18 | 21 | 2 | -0.59<< |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 | 0.06>> | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 | 0.06<< | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 0.00>> |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 0.00<< |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 0.00 |
| 19 | 22 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 0.00 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09>> | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09<< | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02>> | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02<< | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78>> | 0.06 | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78<< | 0.06 | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06>> | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06<< | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89>> |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89<< |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 19 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09>> | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09<< | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02>> | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02<< | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78>> | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78<< | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06>> | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06<< | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89>> |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89<< |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 23 | 2 | -7.09 | -0.02 | 0.78 | 0.06 | 2.89 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09>> | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09<< | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01>> | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01<< | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70>> | 0.06 | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70<< | 0.06 | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06>> | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06<< | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18>> |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18<< |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 20 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09>> | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09<< | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01>> | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01<< | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70>> | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70<< | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06>> | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06<< | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18>> |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18<< |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 24 | 2 | -7.09 | -0.01 | 0.70 | 0.06 | 5.18 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09>> | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09<< | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05>> | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05<< | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62>> | 0.06 | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62<< | 0.06 | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06>> | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06<< | 5.46 |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46>> |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46<< |
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 >> |
| 19 | 22 | 2 | 0.0 << |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10 |
| 19 | 23 | 2 | 0.10>> |
| 19 | 23 | 2 | 0.10<< |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10 |
| 20 | 23 | 2 | 0.10>> |
| 20 | 23 | 2 | 0.10<< |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15 |
| 20 | 24 | 2 | 0.15>> |
| 20 | 24 | 2 | 0.15<< |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15 |
| 21 | 24 | 2 | 0.15>> |
| 21 | 24 | 2 | 0.15<< |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13 |
| 21 | 25 | 2 | 0.13>> |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09>> | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09<< | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05>> | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05<< | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62>> | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62<< | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06>> | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06<< | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46>> |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46<< |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 25 | 2 | -7.09 | 0.05 | -0.62 | 0.06 | 5.46 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09>> | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09<< | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07>> | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07<< | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19>> | 0.06 | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19<< | 0.06 | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06>> | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06<< | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04>> |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04<< |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 22 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09>> | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09<< | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07>> | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07<< | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19>> | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19<< | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06>> | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06<< | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04>> |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04<< |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 26 | 2 | -7.09 | 0.07 | -1.19 | 0.06 | 2.04 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09>> | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09<< | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13>> | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13<< | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24>> | 0.06 | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24<< | 0.06 | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06>> | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06<< | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45>> |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45<< |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 23 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09>> | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09<< | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13>> | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13<< | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24>> | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24<< | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06>> | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06<< | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45>> |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45<< |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 27 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -6.45 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09>> | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09<< | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13>> | -3.24 | 0.06 | -14.56 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 21 | 25 | 2 | 0.13<< |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13 |
| 22 | 25 | 2 | 0.13>> |
| 22 | 25 | 2 | 0.13<< |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10 |
| 22 | 26 | 2 | -0.10>> |
| 22 | 26 | 2 | -0.10<< |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10 |
| 23 | 26 | 2 | -0.10>> |
| 23 | 26 | 2 | -0.10<< |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48 |
| 23 | 27 | 2 | -0.48>> |
| 23 | 27 | 2 | -0.48<< |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48 |
| 24 | 27 | 2 | -0.48>> |
| 24 | 27 | 2 | -0.48<< |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13<< | -3.24 | 0.06 | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24>> | 0.06 | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24<< | 0.06 | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06>> | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06<< | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -14.56>> |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -14.56<< |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -14.56 |
| 24 | 28 | 2 | -7.09 | 0.13 | -3.24 | 0.06 | -14.56 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09>> | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09<< | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 >> | 0.00 | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 << | 0.00 | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00>> | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00<< | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00 | -0.06>> | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00 | -0.06<< | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.0 >> |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.0 << |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | -7.09 | 0.0 | 0.00 | -0.06 | 0.0 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09>> | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09<< | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02>> | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02<< | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78>> | -0.06 | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78<< | -0.06 | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06>> | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06<< | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89>> |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89<< |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 25 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09>> | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09<< | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02>> | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02<< | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78>> | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78<< | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06>> | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06<< | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89>> |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89<< |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 30 | 2 | -7.09 | 0.02 | 0.78 | -0.06 | 2.89 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09>> | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09<< | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01>> | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01<< | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70>> | -0.06 | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70<< | -0.06 | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06>> | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06<< | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18>> |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18<< |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 26 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09>> | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09<< | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01>> | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01<< | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70>> | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70<< | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06>> | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06<< | 5.18 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80 |
| 24 | 28 | 2 | -0.80>> |
| 24 | 28 | 2 | -0.80<< |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 >> |
| 25 | 29 | 2 | 0.0 << |
| 25 | 30 | 2 | -0.10 |
| 25 | 30 | 2 | -0.10 |
| 25 | 30 | 2 | -0.10 |
| 25 | 30 | 2 | -0.10 |
| 25 | 30 | 2 | -0.10 |
| 25 | 30 | 2 | -0.10 |
| 25 | 30 | 2 | -0.10 |
| 25 | 30 | 2 | -0.10>> |
| 25 | 30 | 2 | -0.10<< |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10 |
| 26 | 30 | 2 | -0.10>> |
| 26 | 30 | 2 | -0.10<< |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15 |
| 26 | 31 | 2 | -0.15>> |
| 26 | 31 | 2 | -0.15<< |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18>> |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18<< |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 31 | 2 | -7.09 | 0.01 | 0.70 | -0.06 | 5.18 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09>> | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09<< | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05>> | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05<< | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62>> | -0.06 | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62<< | -0.06 | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06>> | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06<< | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46>> |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46<< |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 27 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09>> | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09<< | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05>> | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05<< | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62>> | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62<< | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06>> | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06<< | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46>> |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46<< |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 32 | 2 | -7.09 | -0.05 | -0.62 | -0.06 | 5.46 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09>> | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09<< | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07>> | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07<< | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19>> | -0.06 | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19<< | -0.06 | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06>> | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06<< | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04>> |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04<< |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 28 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09>> | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09<< | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07>> | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07<< | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19>> | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19<< | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06>> | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06<< | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04>> |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04<< |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 33 | 2 | -7.09 | -0.07 | -1.19 | -0.06 | 2.04 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09>> | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09<< | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13>> | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13<< | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24>> | -0.06 | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24<< | -0.06 | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06>> | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06<< | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45>> |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45<< |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 29 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15 |
| 27 | 31 | 2 | -0.15>> |
| 27 | 31 | 2 | -0.15<< |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13 |
| 27 | 32 | 2 | -0.13>> |
| 27 | 32 | 2 | -0.13<< |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13 |
| 28 | 32 | 2 | -0.13>> |
| 28 | 32 | 2 | -0.13<< |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10 |
| 28 | 33 | 2 | 0.10>> |
| 28 | 33 | 2 | 0.10<< |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10 |
| 29 | 33 | 2 | 0.10>> |
| 29 | 33 | 2 | 0.10<< |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48 |
| 29 | 34 | 2 | 0.48>> |
| 29 | 34 | 2 | 0.48<< |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 34 | 2 | -7.09>> | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09<< | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13>> | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13<< | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24>> | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24<< | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06>> | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06<< | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45>> |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45<< |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 34 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -6.45 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09>> | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09<< | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13>> | -3.24 | -0.06 | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13<< | -3.24 | -0.06 | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24>> | -0.06 | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24<< | -0.06 | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06>> | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06<< | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -14.56>> |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -14.56<< |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -14.56 |
| 30 | 35 | 2 | -7.09 | -0.13 | -3.24 | -0.06 | -14.56 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00>> | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00<< | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 7 | 2 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20>> | -4.65 | -1.72 | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20<< | -4.65 | -1.72 | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65>> | -1.72 | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65<< | -1.72 | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72>> | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72<< | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72 | 6.68>> | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72 | 6.68<< | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72 | 6.68 | 1.39>> |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72 | 6.68 | 1.39<< |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72 | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 7 | 2 | -0.20 | -4.65 | -1.72 | 6.68 | 1.39 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20>> | 1.55 | -1.72 | 6.68 | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20<< | 1.55 | -1.72 | 6.68 | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55>> | -1.72 | 6.68 | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55<< | -1.72 | 6.68 | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72>> | 6.68 | -9.24 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48 |
| 30 | 34 | 2 | 0.48>> |
| 30 | 34 | 2 | 0.48<< |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80 |
| 30 | 35 | 2 | 0.80>> |
| 30 | 35 | 2 | 0.80<< |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00 |
| 31 | 36 | 2 | 0.00>> |
| 31 | 36 | 2 | 0.00<< |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62 |
| 31 | 7 | 2 | -1.62>> |
| 31 | 7 | 2 | -1.62<< |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38 |
| 32 | 7 | 2 | -2.38>> |
| 32 | 7 | 2 | -2.38<< |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72<< | 6.68 | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72 | 6.68>> | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72 | 6.68<< | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72 | 6.68 | -9.24>> |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72 | 6.68 | -9.24<< |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72 | 6.68 | -9.24 |
| 32 | 14 | 2 | -0.20 | 1.55 | -1.72 | 6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20>> | -1.55 | 1.72 | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20<< | -1.55 | 1.72 | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55>> | 1.72 | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55<< | 1.72 | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72>> | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72<< | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72 | -6.68>> | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72 | -6.68<< | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72 | -6.68 | -9.24>> |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72 | -6.68 | -9.24<< |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72 | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 14 | 2 | -0.20 | -1.55 | 1.72 | -6.68 | -9.24 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20>> | 4.65 | 1.72 | -6.68 | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20<< | 4.65 | 1.72 | -6.68 | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65>> | 1.72 | -6.68 | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65<< | 1.72 | -6.68 | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72>> | -6.68 | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72<< | -6.68 | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72 | -6.68>> | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72 | -6.68<< | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72 | -6.68 | 1.39>> |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72 | -6.68 | 1.39<< |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72 | -6.68 | 1.39 |
| 33 | 21 | 2 | -0.20 | 4.65 | 1.72 | -6.68 | 1.39 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00>> | -1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00<< | -1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 21 | 2 | 0.00 | -1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00>> |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00<< |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24>> | 0.13 | 7.09 | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24<< | 0.13 | 7.09 | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13>> | 7.09 | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13<< | 7.09 | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09>> | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09<< | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80>> | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80<< | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | -20.88>> |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | -20.88<< |

Especificación de esfuerzos

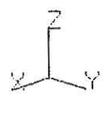
| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20 |
| 32 | 14 | 2 | 7.20>> |
| 32 | 14 | 2 | 7.20<< |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20 |
| 33 | 14 | 2 | 7.20>> |
| 33 | 14 | 2 | 7.20<< |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38 |
| 33 | 21 | 2 | -2.38>> |
| 33 | 21 | 2 | -2.38<< |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62 |
| 34 | 21 | 2 | -1.62>> |
| 34 | 21 | 2 | -1.62<< |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00 |
| 34 | 37 | 2 | 0.00>> |
| 34 | 37 | 2 | 0.00<< |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |
| 35 | 7 | 2 | 0.69 |

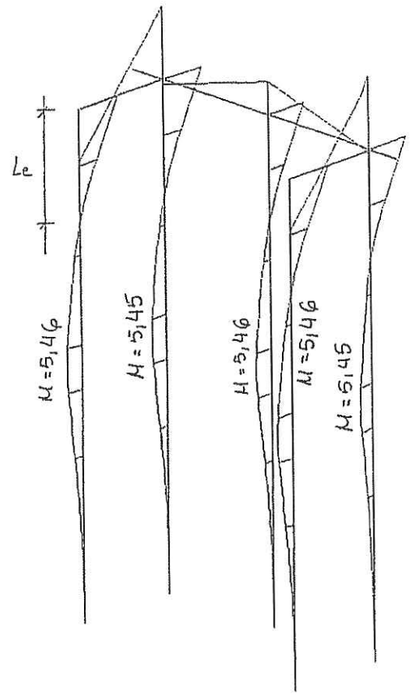
Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | FX (T) | FY (T) | FZ (T) | MX (Tm) | MY (Tm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 7 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | -20.88 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24>> | 0.13 | 7.09 | 0.80 | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24<< | 0.13 | 7.09 | 0.80 | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13>> | 7.09 | 0.80 | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13<< | 7.09 | 0.80 | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09>> | 0.80 | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09<< | 0.80 | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80>> | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80<< | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | 14.56>> |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | 14.56<< |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | 14.56 |
| 35 | 35 | 2 | -3.24 | 0.13 | 7.09 | 0.80 | 14.56 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24>> | -0.13 | 7.09 | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24<< | -0.13 | 7.09 | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13>> | 7.09 | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13<< | 7.09 | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09>> | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09<< | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80>> | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80<< | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | -20.88>> |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | -20.88<< |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 21 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | -20.88 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24>> | -0.13 | 7.09 | -0.80 | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24<< | -0.13 | 7.09 | -0.80 | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13>> | 7.09 | -0.80 | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13<< | 7.09 | -0.80 | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09>> | -0.80 | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09<< | -0.80 | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80>> | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80<< | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | 14.56>> |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | 14.56<< |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | 14.56 |
| 36 | 28 | 2 | -3.24 | -0.13 | 7.09 | -0.80 | 14.56 |

Especificación de esfuerzos

| Elem. | Nudo | Caso | MZ (Tm) |
|---|---|---|---|
| 35 | 7 | 2 | 0.69>> |
| 35 | 7 | 2 | 0.69<< |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06 |
| 35 | 35 | 2 | 0.06>> |
| 35 | 35 | 2 | 0.06<< |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69 |
| 36 | 21 | 2 | -0.69>> |
| 36 | 21 | 2 | -0.69<< |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06 |
| 36 | 28 | 2 | -0.06>> |
| 36 | 28 | 2 | -0.06<< |



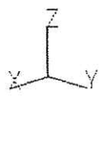



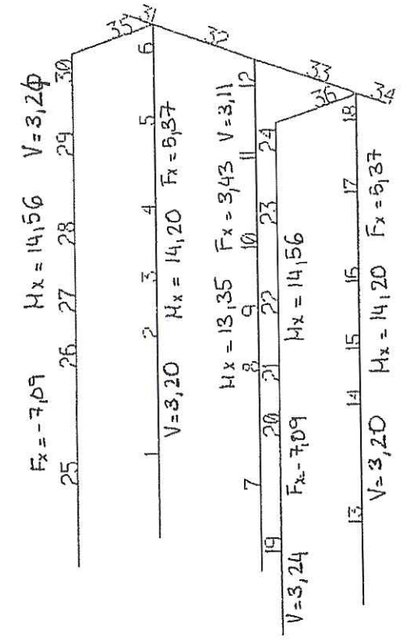

$21,4 \quad - \quad 23$

$4,7 \quad - \quad \frac{1}{2}Le$

$\frac{1}{2}Le \simeq 5,05 \simeq 2,8\phi$

| Fecha: 3-12-2002 | Hora: 13:37:58 | Página: 1592 |
|---|---|---|
| ROBOTV6 v. 4.1 ACS. Proyectos Obra Civil 1942<br>(c) Copyright RoboBAT 1985 - 1996 (MAN-E2.DIM)<br>PORTICO ESPACIAL: , Escala= 1:260 | | |
| Caso : #1 : FUERZA HORIZONTAL UNIDAD | | STATI |
| Valores extremos [ T, Tm, m ] | Elem: | Pos: Compon: |
| MY = 20.9 | 35 | 0 1 |




$Fx = 1 \cdot 16 = 16\ t$

$L_{TOT} = 23$

$\frac{14,2}{3,2} = 4,43\ m \simeq 2,5\phi$

| Fecha: 3-12-2002 | Hora: 13:24:55 | Página: 1591 |
|---|---|---|
| ROBOTV6 v. 4.1 ACS. Proyectos Obra Civil 1942<br>(c) Copyright RoboBAT 1985 - 1996 (MAN-E2.DIM)<br>PORTICO ESPACIAL: , Escala= 1:260 | | |
| Caso : #1 : FUERZA HORIZONTAL UNIDAD | | STATI |

## 8.3.2.- Cargas en pilotes en ELS

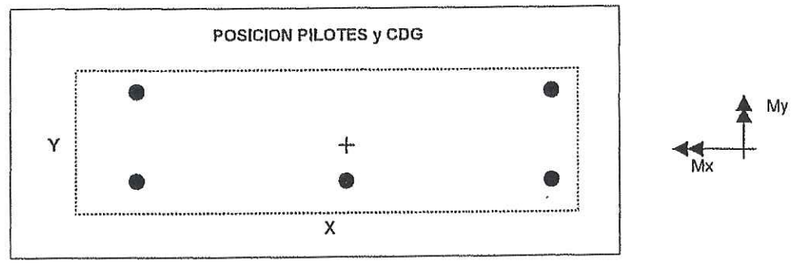
**PILOTES EN PILA Nº XX:**

CARGA EN PILOTE i $P_i=(N/\Sigma A_j +- M_x\cdot(Y_i-Y_{cdg})/I_x +- M_y\cdot(X_i-X_{cdg})/I_y)A_i$

$X_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot X_i)/\Sigma A_i$ $Y_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot Y_i)/\Sigma A_i$

$I_x=\Sigma A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ $I_y=\Sigma A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$

| | | $X_j$ | $Y_j$ | $\phi_j$ | $A_j$ | $A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ | $A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 2 | 8.000 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 0.000 |
| pilote | 3 | 14.200 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 4 | 1.800 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 5 | 14.200 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 6 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 7 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 8 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 9 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 10 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $X_{cdg}=$ | $Y_{cdg}=$ | | $\Sigma A_j=$ | $I_X=$ | $I_Y=$ |
| | | 8 | 3.800 | | 12.723 | 76.341 | 391.272 |




| | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV |
|---|---|---|---|---|
| $N_{cdg}$ | 3344.4 | 3248.4 | 3087.4 | 2991.4 |
| $M_{Xcdg}$ | -1782.2 | -1590.2 | -956.6 | -764.6 |
| $M_{Ycdg}$ | 481.1 | 481.1 | 1556.1 | 1556.1 |

TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES, $T_{estructural}$: 924.0

| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV | $P_{max}$ | $P_{max} < T_{estructural}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 768.3 | 736.3 | 618.5 | 586.5 | 768.3 | ☺ |
| pilote | 2 | 787.7 | 755.7 | 681.3 | 649.3 | 787.7 | ☺ |
| pilote | 3 | 807.1 | 775.1 | 744.0 | 712.0 | 807.1 | ☺ |
| pilote | 4 | 471.3 | 471.3 | 459.1 | 459.1 | 471.3 | ☺ |
| pilote | 5 | 510.1 | 510.1 | 584.6 | 584.6 | 584.6 | ☺ |
| pilote | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |

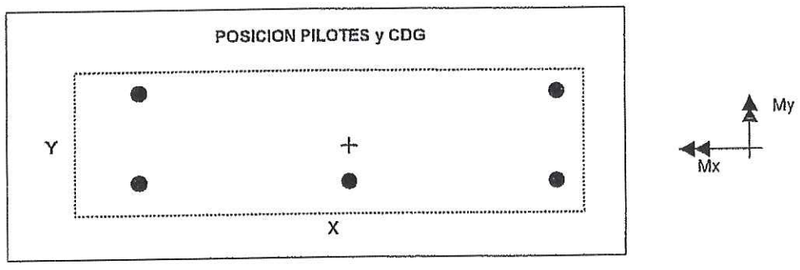
## PILOTES EN PILA Nº XX:

CARGA EN PILOTE i $P_i=(N/\Sigma A_j +- M_x\cdot(Y_i-Y_{cdg})/I_x +- M_y\cdot(X_i-X_{cdg})/I_y)A_i$

$X_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot X_i)/\Sigma A_i$ $Y_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot Y_i)/\Sigma A_i$

$I_x=\Sigma A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ $I_y=\Sigma A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$

| | | $X_j$ | $Y_j$ | $\phi_j$ | $A_j$ | $A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ | $A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 2 | 8.000 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 0.000 |
| pilote | 3 | 14.200 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 4 | 1.800 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 5 | 14.200 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 6 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 7 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 8 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 9 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 10 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $X_{cdg}=$ | $Y_{cdg}=$ | | $\Sigma A_j=$ | $I_X=$ | $I_Y=$ |
| | | 8 | 3.800 | | 12.723 | 76.341 | 391.272 |




| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV |
|---|---|---|---|---|---|
| $N_{cdg}$ | | 2984.4 | 2734.4 | 3248.4 | 3087.4 |
| $M_{Xcdg}$ | | -750.6 | 466.8 | -1590.2 | -956.6 |
| $M_{Ycdg}$ | | 1463.1 | 170.7 | 412.5 | 1487.5 |

TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES, $T_{estructural}$: 924.0

| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV | $P_{max}$ | $P_{max} < T_{estructural}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 587.9 | 508.9 | 739.1 | 621.3 | 739.1 | ☺ |
| pilote | 2 | 646.9 | 515.8 | 755.7 | 681.3 | 755.7 | ☺ |
| pilote | 3 | 705.9 | 522.6 | 772.3 | 741.2 | 772.3 | ☺ |
| pilote | 4 | 462.8 | 586.7 | 474.0 | 461.8 | 586.7 | ☺ |
| pilote | 5 | 580.8 | 600.4 | 507.3 | 581.8 | 600.4 | ☺ |
| pilote | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |



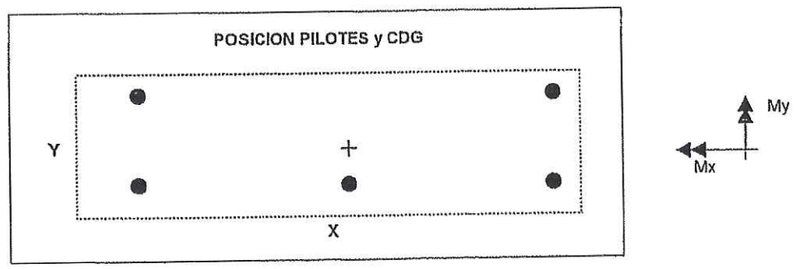
## PILOTES EN PILA Nº XX:

CARGA EN PILOTE i $P_i=(N/\Sigma A_j +- M_x\cdot(Y_i-Y_{cdg})/I_x +- M_y\cdot(X_i-X_{cdg})/I_y)A_i$

$X_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot X_i)/\Sigma A_i$ $Y_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot Y_i)/\Sigma A_i$

$I_x=\Sigma A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ $I_y=\Sigma A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$

| | | $X_j$ | $Y_j$ | $\phi_j$ | $A_j$ | $A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ | $A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 2 | 8.000 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 0.000 |
| pilote | 3 | 14.200 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 4 | 1.800 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 5 | 14.200 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 6 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 7 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 8 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 9 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 10 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $X_{cdg}=$ | $Y_{cdg}=$ | | $\Sigma A_j=$ | $I_X=$ | $I_Y=$ |
| | | 8 | 3.800 | | 12.723 | 76.341 | 391.272 |




| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV |
|---|---|---|---|---|---|
| $N_{cdg}$ | | 2991.4 | 3234.4 | | |
| $M_{Xcdg}$ | | -764.6 | -1562.2 | | |
| $M_{Ycdg}$ | | 1487.5 | 412.5 | | |

TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES, $T_{estructural}$: 924.0

| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV | $P_{max}$ | $P_{max} < T_{estructural}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 589.3 | 734.4 | 0.0 | 0.0 | 734.4 | ☺ |
| pilote | 2 | 649.3 | 751.0 | 0.0 | 0.0 | 751.0 | ☺ |
| pilote | 3 | 709.2 | 767.7 | 0.0 | 0.0 | 767.7 | ☺ |
| pilote | 4 | 461.8 | 474.0 | 0.0 | 0.0 | 474.0 | ☺ |
| pilote | 5 | 581.8 | 507.3 | 0.0 | 0.0 | 581.8 | ☺ |
| pilote | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |

**ESTADO LIMITE DE SERVICIO**

AXILES DEBIDOS A AXILES Y MOMENTOS

| | Hipótesis 1 | Hipótesis 2 | Hipótesis 3 | Hipótesis 4 | Hipótesis 5 | Hipótesis 6 | Hipótesis 7 | Hipótesis 8 | Hipótesis 9 | Hipótesis 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilote 1 | 768.3 | 736.3 | 618.5 | 586.5 | 587.9 | 508.9 | 739.1 | 621.3 | 589.3 | 734.4 |
| Pilote 2 | 787.7 | 755.7 | 681.3 | 649.3 | 646.9 | 515.8 | 755.7 | 681.3 | 649.3 | 751.0 |
| Pilote 3 | 807.1 | 775.1 | 744.0 | 712.0 | 705.9 | 522.6 | 772.3 | 741.2 | 709.2 | 767.7 |
| Pilote 4 | 471.3 | 471.3 | 459.1 | 459.1 | 462.8 | 586.7 | 474.0 | 461.8 | 461.8 | 474.0 |
| Pilote 5 | 510.1 | 510.1 | 584.6 | 584.6 | 580.8 | 600.4 | 507.3 | 581.8 | 581.8 | 507.3 |

AXILES DEBIDOS A FUERZA HORIZONTAL

| | Hipótesis 1 | Hipótesis 2 | Hipótesis 3 | Hipótesis 4 | Hipótesis 5 | Hipótesis 6 | Hipótesis 7 | Hipótesis 8 | Hipótesis 9 | Hipótesis 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H | 588.4 | 588.4 | 512.4 | 512.4 | 512.4 | 405.4 | 588.4 | 512.4 | 512.4 | 588.4 |
| Pilote 1 | 197.5 | 197.5 | 172.0 | 172.0 | 172.0 | 136.1 | 197.5 | 172.0 | 172.0 | 197.5 |
| Pilote 2 | 126.2 | 126.2 | 109.9 | 109.9 | 109.9 | 86.9 | 126.2 | 109.9 | 109.9 | 126.2 |
| Pilote 3 | 197.5 | 197.5 | 172.0 | 172.0 | 172.0 | 136.1 | 197.5 | 172.0 | 172.0 | 197.5 |
| Pilote 4 | -260.7 | -260.7 | -227.0 | -227.0 | -227.0 | -179.6 | -260.7 | -227.0 | -227.0 | -260.7 |
| Pilote 5 | -260.7 | -260.7 | -227.0 | -227.0 | -227.0 | -179.6 | -260.7 | -227.0 | -227.0 | -260.7 |

**AXILES TOTALES**

| | Hipótesis 1 | Hipótesis 2 | Hipótesis 3 | Hipótesis 4 | Hipótesis 5 | Hipótesis 6 | Hipótesis 7 | Hipótesis 8 | Hipótesis 9 | Hipótesis 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilote 1 | 965.8 | 933.8 | 790.5 | 758.5 | 759.9 | 644.9 | 936.5 | 793.2 | 761.2 | 931.9 |
| Pilote 2 | 913.8 | 881.8 | 791.1 | 759.1 | 756.8 | 602.7 | 881.8 | 791.1 | 759.1 | 877.2 |
| Pilote 3 | 1004.6 | 972.6 | 916.0 | 884.0 | 877.9 | 658.7 | 969.8 | 913.2 | 881.2 | 965.1 |
| Pilote 4 | 210.5 | 210.5 | 232.0 | 232.0 | 235.8 | 407.0 | 213.3 | 234.8 | 234.8 | 213.3 |
| Pilote 5 | 249.3 | 249.3 | 357.5 | 357.5 | 353.8 | 420.8 | 246.6 | 354.8 | 354.8 | 246.6 |

**Pmax = 1004.6 t**
**Pmin = 210.5 t**

## 8.3.3.- Determinación de la longitud del pilote

CARGA DE HUNDIMIENTO EN PILOTES

ESTRIBO 2 VIADUCTO DEL MANZANARES

| | | |
|---|---|---|
| Longitud pilote = | **21.50** | m |
| Diámetro pilote = | 1.8 | m |
| Área punta = | 2.54 | $m^2$ |
| Área fuste = | 5.65 | $m^2$ / m |

| | | |
|---|---|---|
| Resguardo sobre encepado = | 0.5 | m |
| Espesor encepado = | 2.75 | m |
| Profundidad base de encepado = | 3.25 | m |

Resistencia por punta:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| σ'o = | 24.8 | t/$m^2$ | | | |
| Nq = | 25 | | | | |
| C' = | 8 | t/$m^2$ | | | |
| Ncp = | 40 | | | | |
| Qp = | 939 | t/$m^2$ | si el empotramiento es al menos | 5 | diámetros |
| Qp = | 939 | t/$m^2$ | para el empotramiento real | | |

Estratos:

| Posición del estrato | Tipo de estrato | Resist. fuste (t/$m^2$) | Espesor (m) | Profundidad cara inf. estrato (m) | Capacidad por fuste (t) | Capacidad por punta (t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Superior | Relleno sup. | 0.0 | 2.5 | 2.5 | 0 | |
| | Arenas | 3.0 | 4.0 | 6.5 | 55 | |
| | Limos | 1.5 | 4.0 | 10.5 | 34 | |
| | Yeso | 3.0 | 2.0 | 12.5 | 34 | |
| | Arcilla yesífera | 4.0 | 3.0 | 15.5 | 68 | |
| Inferior | Yesos | 6.0 | 9.25 | 24.8 | 314 | 2389 |

| | | |
|---|---|---|
| Capacidad característica fuste + punta (t) | 505 | 2389 |
| Coeficientes de minoración | 2 | 3 |
| Resistencia minorada fuste + punta (t) | 252 | 796 |
| **Carga de hundimiento (t)** | **1049** | |

## 8.3.4.- Cargas en pilotes en ELU

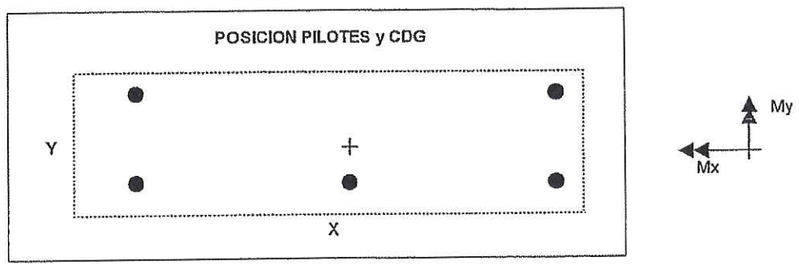
## PILOTES EN PILA Nº XX:

CARGA EN PILOTE i $P_i=(N/\Sigma A_j +- M_x\cdot(Y_i-Y_{cdg})/I_x +- M_y\cdot(X_i-X_{cdg})/I_y)A_i$

$X_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot X_i)/\Sigma A_i$ $Y_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot Y_i)/\Sigma A_i$

$I_x=\Sigma A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ $I_y=\Sigma A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$

| | | $X_j$ | $Y_j$ | $\phi_j$ | $A_j$ | $A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ | $A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 2 | 8.000 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 0.000 |
| pilote | 3 | 14.200 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 4 | 1.800 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 5 | 14.200 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 6 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 7 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 8 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 9 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 10 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $X_{cdg}$= | $Y_{cdg}$= | | $\Sigma A_j$ = | $I_X$= | $I_Y$= |
| | | 8 | 3.800 | | 12.723 | 76.341 | 391.272 |




| | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV |
|---|---|---|---|---|
| $N_{cdg}$ | 4923.07 | 4793.07 | 4447.07 | 4537.07 |
| $M_{Xcdg}$ | -3177.04 | -3659.5 | -2417.3 | -2556.2 |
| $M_{Ycdg}$ | 719.6 | 719.6 | 515.4 | 2331.6 |

TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES, $T_{estructural}$: 924.0

| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV | $P_{max}$ | $P_{max} < T_{estructural}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 1167.4 | 1173.6 | 1029.8 | 983.8 | 1173.6 | ☠ |
| pilote | 2 | 1196.4 | 1202.6 | 1050.6 | 1077.8 | 1202.6 | ☠ |
| pilote | 3 | 1225.4 | 1231.6 | 1071.3 | 1171.8 | 1231.6 | ☠ |
| pilote | 4 | 637.9 | 563.6 | 626.9 | 557.8 | 637.9 | ☺ |
| pilote | 5 | 695.9 | 621.7 | 668.5 | 745.8 | 745.8 | ☺ |
| pilote | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |



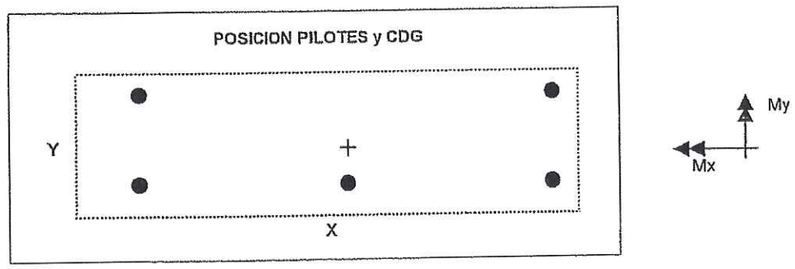
## PILOTES EN PILA Nº XX:

CARGA EN PILOTE i $P_i=(N/\Sigma A_j +- M_x\cdot(Y_i-Y_{cdg})/I_x +- M_y\cdot(X_i-X_{cdg})/I_y)A_i$

$X_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot X_i)/\Sigma A_i$ $Y_{cdg}= \Sigma(A_i\cdot Y_i)/\Sigma A_i$

$I_x=\Sigma A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ $I_y=\Sigma A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$

| | | $X_j$ | $Y_j$ | $\phi_j$ | $A_j$ | $A_j\cdot(Y_j-Y_{cdg})^2$ | $A_j\cdot(X_j-X_{cdg})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 2 | 8.000 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 0.000 |
| pilote | 3 | 14.200 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote | 4 | 1.800 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 5 | 14.200 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote | 6 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 7 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 8 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 9 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote | 10 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $X_{cdg}$= | $Y_{cdg}$= | | $\Sigma A_j$ = | $I_X$= | $I_Y$= |
| | | 8 | 3.800 | | 12.723 | 76.341 | 391.272 |




| | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV |
|---|---|---|---|---|
| $N_{cdg}$ | 4223.07 | 4212.07 | 3837.07 | 4923.07 |
| $M_{Xcdg}$ | -1771.2 | -1743.7 | 960.7 | -3984.5 |
| $M_{Ycdg}$ | 2331.6 | 2192.6 | 253.5 | 620.8 |

TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES, $T_{estructural}$: 924.0

| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV | $P_{max}$ | $P_{max} < T_{estructural}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 868.7 | 870.2 | 693.1 | 1225.2 | 1225.2 | ☠ |
| pilote | 2 | 962.7 | 958.7 | 703.4 | 1250.2 | 1250.2 | ☠ |
| pilote | 3 | 1056.7 | 1047.1 | 713.6 | 1275.3 | 1275.3 | ☠ |
| pilote | 4 | 573.5 | 579.6 | 853.3 | 561.1 | 853.3 | ☺ |
| pilote | 5 | 761.5 | 756.5 | 873.7 | 611.2 | 873.7 | ☺ |
| pilote | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |

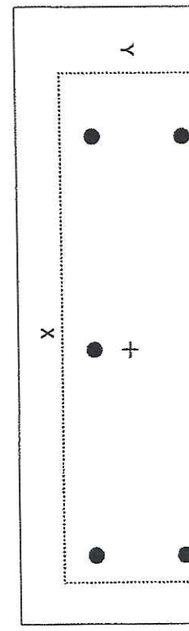
## PILOTES EN PILA Nº XX:

CARGA EN PILOTE i $\quad P_i=(N/\Sigma A_i + M_x\cdot(Y_i-Y_{cdg})/I_x + M_y\cdot(X_i-X_{cdg})/I_y)A_i$

$X_{cdg}=\Sigma(A_i\cdot X_i)/\Sigma A_i \qquad Y_{cdg}=\Sigma(A_i\cdot Y_i)/\Sigma A_i$

$I_x=\Sigma A_i\cdot(Y_i-Y_{cdg})^2 \qquad I_y=\Sigma A_i\cdot(X_i-X_{cdg})^2$

| | $X_i$ | $Y_i$ | $\phi_i$ | $A_i$ | $A_i\cdot(Y_i-Y_{cdg})^2$ | $A_i\cdot(X_i-X_{cdg})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote 1 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote 2 | 8.000 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 0.000 |
| pilote 3 | 14.200 | 1.800 | 1.800 | 2.545 | 10.179 | 97.818 |
| pilote 4 | 1.800 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote 5 | 14.200 | 6.800 | 1.800 | 2.545 | 22.902 | 97.818 |
| pilote 6 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote 7 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote 8 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote 9 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| pilote 10 | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | $X_{cdg}=$ 8 | $Y_{cdg}=$ 3.800 | | $\Sigma A_i=$ 12.723 | $I_x=$ 76.341 | $I_y=$ 391.272 |




| | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV |
|---|---|---|---|---|
| $N_{cdg}$ | 4587.07 | 3837.07 | | |
| $M_{Xcdg}$ | -3144.5 | 960.7 | | |
| $M_{Ycdg}$ | 620.8 | 0 | | |

TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES, $T_{estructural}$ : 924.0

| | | HIP-I | HIP-II | HIP-III | HIP-IV | $P_{max}$ | $P_{max} < T_{estructural}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pilote | 1 | 1102.0 | 703.4 | 0.0 | 0.0 | 1102.0 | ☺ |
| pilote | 2 | 1127.0 | 703.4 | 0.0 | 0.0 | 1127.0 | ☺ |
| pilote | 3 | 1152.1 | 703.4 | 0.0 | 0.0 | 1152.1 | ☺ |
| pilote | 4 | 577.9 | 863.5 | 0.0 | 0.0 | 863.5 | ☺ |
| pilote | 5 | 628.0 | 863.5 | 0.0 | 0.0 | 863.5 | ☺ |
| pilote | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |
| pilote | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ☺ |



**ESTADO LIMITE ULTIMO**

AXILES DEBIDOS A AXILES Y MOMENTOS

| | Hipótesis 1 | Hipótesis 2 | Hipótesis 3 | Hipótesis 4 | Hipótesis 5 | Hipótesis 6 | Hipótesis 7 | Hipótesis 8 | Hipótesis 9 | Hipótesis 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilote 1 | 1167.4 | 1173.6 | 1029.8 | 983.8 | 868.7 | 870.2 | 693.1 | 1225.2 | 1102.0 | 703.4 |
| Pilote 2 | 1196.4 | 1202.6 | 1050.6 | 1077.8 | 962.7 | 958.7 | 703.4 | 1250.2 | 1127.0 | 703.4 |
| Pilote 3 | 1225.4 | 1231.6 | 1071.3 | 1171.8 | 1056.7 | 1047.1 | 713.6 | 1275.3 | 1152.1 | 703.4 |
| Pilote 4 | 637.9 | 563.6 | 626.9 | 557.8 | 573.5 | 579.6 | 853.3 | 561.1 | 577.9 | 863.5 |
| Pilote 5 | 695.9 | 621.7 | 668.5 | 745.8 | 761.5 | 756.5 | 873.7 | 611.2 | 628.0 | 863.5 |

AXILES DEBIDOS A FUERZA HORIZONTAL

| | Hipótesis 1 | Hipótesis 2 | Hipótesis 3 | Hipótesis 4 | Hipótesis 5 | Hipótesis 6 | Hipótesis 7 | Hipótesis 8 | Hipótesis 9 | Hipótesis 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H | 882.1 | 882.1 | 790.1 | 769.1 | 769.1 | 769.1 | 607.1 | 882.1 | 882.1 | 607.1 |
| Pilote 1 | 296.0 | 296.0 | 265.2 | 258.1 | 258.1 | 258.1 | 203.7 | 296.0 | 296.0 | 203.7 |
| Pilote 2 | 189.1 | 189.1 | 169.4 | 164.9 | 164.9 | 164.9 | 130.2 | 189.1 | 189.1 | 130.2 |
| Pilote 3 | 296.0 | 296.0 | 265.2 | 258.1 | 258.1 | 258.1 | 203.7 | 296.0 | 296.0 | 203.7 |
| Pilote 4 | -390.9 | -390.9 | -350.1 | -340.8 | -340.8 | -340.8 | -269.0 | -390.9 | -390.9 | -269.0 |
| Pilote 5 | -390.9 | -390.9 | -350.1 | -340.8 | -340.8 | -340.8 | -269.0 | -390.9 | -390.9 | -269.0 |

**AXILES TOTALES**

| | Hipótesis 1 | Hipótesis 2 | Hipótesis 3 | Hipótesis 4 | Hipótesis 5 | Hipótesis 6 | Hipótesis 7 | Hipótesis 8 | Hipótesis 9 | Hipótesis 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilote 1 | 1463.4 | 1469.6 | 1294.9 | 1241.9 | 1126.8 | 1128.4 | 896.9 | 1521.2 | 1398.0 | 907.1 |
| Pilote 2 | 1385.5 | 1391.7 | 1220.0 | 1242.7 | 1127.6 | 1123.6 | 833.5 | 1439.4 | 1316.2 | 833.5 |
| Pilote 3 | 1521.5 | 1527.6 | 1336.5 | 1430.0 | 1314.8 | 1305.2 | 917.3 | 1571.3 | 1448.1 | 907.1 |
| Pilote 4 | 247.0 | 172.8 | 276.8 | 217.0 | 232.7 | 238.8 | 584.3 | 170.3 | 187.1 | 594.5 |
| Pilote 5 | 305.1 | 230.8 | 318.4 | 405.0 | 420.7 | 415.7 | 604.7 | 220.3 | 237.1 | 594.5 |

**MOMENTOS**

| | Hipótesis 1 | Hipótesis 2 | Hipótesis 3 | Hipótesis 4 | Hipótesis 5 | Hipótesis 6 | Hipótesis 7 | Hipótesis 8 | Hipótesis 9 | Hipótesis 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H | 882.1 | 882.1 | 790.1 | 769.1 | 769.1 | 769.1 | 607.1 | 882.1 | 882.1 | 607.1 |
| Pilote 1 | 952.7 | 952.7 | 853.3 | 830.6 | 830.6 | 830.6 | 655.7 | 952.7 | 952.7 | 655.7 |
| Pilote 2 | 952.7 | 952.7 | 853.3 | 830.6 | 830.6 | 830.6 | 655.7 | 952.7 | 952.7 | 655.7 |
| Pilote 3 | 952.7 | 952.7 | 853.3 | 830.6 | 830.6 | 830.6 | 655.7 | 952.7 | 952.7 | 655.7 |
| Pilote 4 | 952.7 | 952.7 | 853.3 | 830.6 | 830.6 | 830.6 | 655.7 | 952.7 | 952.7 | 655.7 |
| Pilote 5 | 952.7 | 952.7 | 853.3 | 830.6 | 830.6 | 830.6 | 655.7 | 952.7 | 952.7 | 655.7 |

HIPÓTESIS DE DIMENSIONAMIENTO

**Sección superior**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nd = | 1521.5 | Md = | 952.7 | Nd = | 1305.2 | Md = | 830.6 |
| Nd = | 247.0 | Md = | 952.7 | Nd = | 238.8 | Md = | 830.6 |
| Nd = | 1527.6 | Md = | 952.7 | Nd = | 917.3 | Md = | 655.7 |
| Nd = | 172.8 | Md = | 952.7 | Nd = | 584.3 | Md = | 655.7 |
| Nd = | 1336.5 | Md = | 853.3 | Nd = | 1571.3 | Md = | 952.7 |
| Nd = | 276.8 | Md = | 853.3 | Nd = | 170.3 | Md = | 952.7 |
| Nd = | 1430.0 | Md = | 830.6 | Nd = | 1448.1 | Md = | 952.7 |
| Nd = | 217.0 | Md = | 830.6 | Nd = | 187.1 | Md = | 952.7 |
| Nd = | 1314.8 | Md = | 830.6 | Nd = | 907.1 | Md = | 655.7 |
| Nd = | 232.7 | Md = | 830.6 | Nd = | 594.5 | Md = | 655.7 |

40 ϕ 32

**Sección inferior**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nd = | 1521.5 | Md = | 317.6 | Nd = | 1305.2 | Md = | 276.9 |
| Nd = | 247.0 | Md = | 317.6 | Nd = | 238.8 | Md = | 276.9 |
| Nd = | 1527.6 | Md = | 317.6 | Nd = | 917.3 | Md = | 218.6 |
| Nd = | 172.8 | Md = | 317.6 | Nd = | 584.3 | Md = | 218.6 |
| Nd = | 1336.5 | Md = | 284.4 | Nd = | 1571.3 | Md = | 317.6 |
| Nd = | 276.8 | Md = | 284.4 | Nd = | 170.3 | Md = | 317.6 |
| Nd = | 1430.0 | Md = | 276.9 | Nd = | 1448.1 | Md = | 317.6 |
| Nd = | 217.0 | Md = | 276.9 | Nd = | 187.1 | Md = | 317.6 |
| Nd = | 1314.8 | Md = | 276.9 | Nd = | 907.1 | Md = | 218.6 |
| Nd = | 232.7 | Md = | 276.9 | Nd = | 594.5 | Md = | 218.6 |

40 ϕ 20

8.3.5.- Dimensionamiento de la armadura de flexocompresión

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave Tramo 0
Fecha: 04/12/2002
Hora: 16:59:32

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

## 1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

```
Sección : PILOTE18
ϕ [m] = 1.80
r [m] = 0.050
n° barras = 40
```

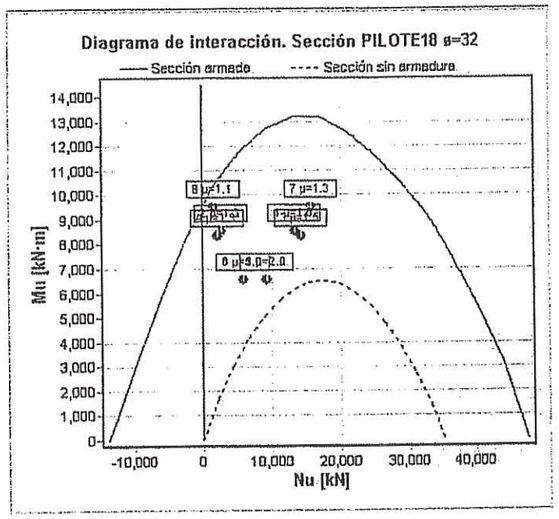


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 32

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 13986.9 | 0.0 |
| 0.117 | 6.1 | 10109.9 | 2974.8 |
| 0.272 | 6.8 | 6232.9 | 5772.7 |
| 0.381 | 7.3 | 2355.8 | 8314.2 |
| 0.500 | 7.0 | -1521.2 | 10325.2 |
| 0.632 | 5.5 | -5398.2 | 11760.4 |
| 0.760 | 4.6 | -9275.2 | 12710.5 |
| 0.886 | 4.0 | -13152.3 | 13190.2 |
| 1.007 | 3.5 | -17029.3 | 13182.0 |
| 1.119 | 3.1 | -20906.3 | 12566.8 |
| 1.234 | 2.8 | -24783.4 | 11636.4 |
| 1.359 | 2.6 | -28660.4 | 10531.2 |
| 1.498 | 2.3 | -32537.4 | 9170.5 |
| 1.654 | 2.1 | -36414.4 | 7533.4 |
| 1.862 | 1.8 | -40291.5 | 5526.2 |
| 2.393 | 1.2 | -44168.5 | 3226.4 |
| 9999.000 | 0.3 | -48045.5 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 13365 | 8533 | 1.50 |
| 2 | 2768 | 8533 | 1.33 |
| 3 | 14300 | 8306 | 1.50 |
| 4 | 2170 | 8306 | 1.33 |
| 5 | 9173 | 6557 | 2.01 |
| 6 | 5843 | 6557 | 2.01 |
| 7 | 15713 | 9527 | 1.32 |
| 8 | 1703 | 9527 | 1.10 |

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Ave Tramo 0
Fecha: 04/12/2002
Hora: 17:03:19

## Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

## 1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón : HA-25
Tipo de acero    : B-500-S
fck [MPa]        = 25.00
fyk [MPa]        = 500.00
γc               = 1.50
γs               = 1.15
```

- Sección

```
Sección : PILOTE18
ϕ [m] = 1.80
r [m] = 0.050
n° barras = 40
```

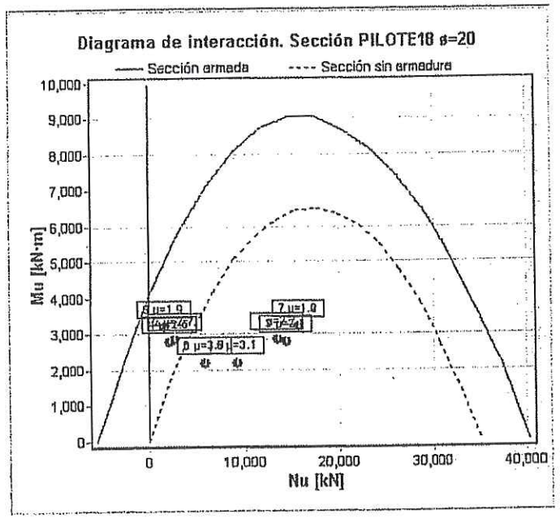


## 2 Diagrama

ϕ [mm] = 20

Resultados numéricos del diagrama de interacción

| x [cm] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [kN] | Mu [kN·m] |
|---|---|---|---|
| -9999.000 | 0.0 | 5463.6 | 0.0 |
| 0.206 | 6.5 | 2604.2 | 2191.9 |
| 0.339 | 7.1 | -255.1 | 4184.2 |
| 0.448 | 7.7 | -3114.5 | 5864.7 |
| 0.577 | 6.1 | -5973.9 | 7132.4 |
| 0.702 | 5.0 | -8833.3 | 8077.6 |
| 0.822 | 4.3 | -11692.7 | 8712.6 |
| 0.939 | 3.7 | -14552.1 | 9040.2 |
| 1.053 | 3.3 | -17411.5 | 9050.5 |
| 1.163 | 3.0 | -20270.9 | 8702.2 |
| 1.277 | 2.7 | -23130.3 | 8169.8 |
| 1.398 | 2.5 | -25989.7 | 7438.4 |
| 1.529 | 2.3 | -28849.0 | 6480.3 |
| 1.672 | 2.1 | -31708.4 | 5283.1 |
| 1.861 | 1.8 | -34567.8 | 3808.3 |
| 2.323 | 1.3 | -37427.2 | 2148.7 |
| 9999.000 | 0.4 | -40286.6 | 0.0 |




Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

| Punto | Nd [kN] | Md [kN·m] | γ |
|---|---|---|---|
| 1 | 13365 | 2844 | 2.21 |
| 2 | 2768 | 2844 | 2.74 |
| 3 | 14300 | 2769 | 2.13 |
| 4 | 2170 | 2769 | 2.51 |
| 5 | 9173 | 2186 | 3.08 |
| 6 | 5843 | 2186 | 3.83 |
| 7 | 15713 | 3176 | 1.91 |
| 8 | 1703 | 3176 | 1.85 |

## 8.3.6.- Dimensionamiento de la armadura de cortante

ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA Pág.

De a Fecha

CORTANTE PILOTES EH-91

Se adopta una sección equivalente de 1,25 × 1,25

$V_{cu} = 1,25\ 1,20\ 6\ \sqrt{\frac{250}{1,5}} = 96,82$ t

Sección superior $V_d = 176,42$ t

$V_{cu} = 79,8$ t $\quad A_s = \frac{79,6}{42\,10^3\ 0,9 \cdot 1,2} = 17,5\ cm^2/m$ $\quad 1\ c\phi 16\ a\ 0,2$

Sección inferior $V_d = 88,21$ t < $V_{cu}$

Armadura mínima de cortante:

$A_s = \frac{0,02\ 2500/1,5 \cdot 1,8\ 10^4}{42 \cdot 10^3} = 14,28\ cm^2/m$ $\quad 1\ c\phi 12\ a\ 0,15$

Mod. 54

# 9. CARGAS DEL TABLERO

PILA E1 - Con pots **Obtención de esfuerzos caracteristicos en pila y pilotes**

Acciones en cabeza de pila:

| | Estado | Apoyo A N | Apoyo A HL | Apoyo A HT | Apoyo B N | Apoyo B HL | Apoyo B HT | Apoyo C N | Apoyo C HL | Apoyo C HT | Apoyo D N | Apoyo D HL | Apoyo D HT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PP | 161 | | | 161 | | | | | | | | |
| 2 | CP+ | 152 | | | 152 | | | | | | | | |
| 3 | CP- | 104 | | | 104 | | | | | | | | |
| 4 | ε | | | | | | | | | | | | |
| 5 | SC paseo Caso1 | 9 | | | 9 | | | | | | | | |
| 6 | SC paseo Caso2 | 15 | | | -6 | | | | | | | | |
| 7 | SC paseo Caso3 | 9 | | | 9 | | | | | | | | |
| 8 | SC tren Caso1 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | | | | | | |
| 9 | SC tren Caso2 | 250 | 54 | 5 | 0 | 54 | 0 | | | | | | |
| 10 | SC tren Caso3 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | | | | | | |
| 11 | Térmico | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Viento T sin SC | 9 | | 16.8 | -9 | | 0.0 | 0 | | | 0 | | |
| 13 | Viento T con SC | 7 | | 9.8 | -7 | | 0.0 | 0 | | | 0 | | |
| 14 | Viento L sin SC | | 0 | | | 0 | | | | | | | |
| 15 | Viento L con SC | | 0 | | | 0 | | | | | | | |
| 16 | Interacción | | 28 | | | 28 | | | | | | | |
| 17 | Sismo trans | | | 0 | | | 0 | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| hw(sinSC) | 3.00 | $h_{pila} + h_{capitel}$ = | 0.00 | m |
| hw(conSC) | 3.75 | $h_{capitel}$ = | 0.00 | m |
| dT vigas | 5.50 | $h_{pila}$ = | 0.0 | m |
| h carril | 3.97 | $A_{pila}$ = | 0.00 | m2 |
| L vano | 33.90 | $P_{capitel}$ = | 0 | t |
| dL apoyos | 1.10 | $P_{pila}$ = | 0 | t |
| | | $P_{capitel+pila}$ = | 0 | t |
| | | $q_{viento\ trans\ pila}$ = | 0.00 | t/m |
| | | $q_{viento\ long\ pila}$ = | 0.00 | t/m |
| | | $F_{sismo}$ / Masa = | 0.00 | |
| | | Sismo vertic/horiz = | 0.21 | |

| | | |
|---|---|---|
| $q_{sismo\ trans\ Fuste}$ = | 0.0 | t/m |
| $q_{sismo\ vertical\ Fuste}$ = | 0.0 | t/m |
| $q_{sismo\ trans\ Capitel}$ = | 0.0 | t |
| $q_{sismo\ vertical\ Capitel}$ = | 0.0 | t |

Esfuerzos en base de pila debidos a acciones en el fuste:

| | | N | HL | HT | ML | MT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PP | 0 | | | | |
| 12 | Viento T sin SC | | | 0 | | 0 |
| 13 | Viento T con SC | | | 0.0 | | 0 |
| 14 | Viento L sin SC | | 0 | | 0 | |
| 15 | Viento L con SC | | 0 | | 0 | |
| 17 | Sismo | 0 | | 0 | | 0 |

Datos del encepado y los pilotes:

Encepado:

| | |
|---|---|
| Ancho: | 8,5 m |
| Largo: | 8 m |
| Canto: | 3 m |
| Peso: | 510 t |

Pilotes:

| | |
|---|---|
| Diámetro: | 2 m |
| $L_{elástica}$ pilotes: | 12 m |

$F_{sismo}$ / Masa = 0.00

$q_{sismo\ trans\ Encepado}$ = 0 t

$q_{sismo\ vertical\ Encepado}$ = 0 t

Hipótesis de carga y coeficientes de combinación:

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estado | Nmax - WT | (ΔN SC) máx - N máx - WT | (ΔN SC) máx - N min - WT | MT máx - N máx - WT | MT máx N min - WT | HTmax con SC y Nmáx - WT | HTmax con SC y N min - WT | HTmax sin SCU - WT | Nmax - WL | (ΔN SC) máx - N máx - WL | (ΔN SC) máx - N min - WL | MT máx - N máx - WL | MT máx - N min WL | HLmáx con SC y Nmáx WL | HLmáx con SC y N min - WL | HLmáx sin SCU - WL |
| 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 15 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.0 |
| 16 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Esfuerzos característicos de 1er orden en cabeza de pila:

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 609 | 561 | 609 | 578 | 530 | 609 | 518 | 274 | 605 | 557 | 605 | 574 | 526 | 605 | 550 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | -335 | -309 | -335 | -318 | -292 | -335 | -285 | -151 | -333 | -306 | -333 | -316 | -289 | -333 | -303 | -145 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 530 | 482 | 530 | 304 | 256 | 530 | 260 | 255 | 534 | 486 | 534 | 308 | 260 | 534 | 479 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | -291 | -265 | -291 | -167 | -141 | -291 | -143 | -140 | -294 | -267 | -294 | -169 | -143 | -294 | -263 | -145 |

Esfuerzos característicos de 1er orden en base de pila:

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 609 | 561 | 609 | 578 | 530 | 609 | 518 | 274 | 605 | 557 | 605 | 574 | 526 | 605 | 550 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | -335 | -309 | -335 | -318 | -292 | -335 | -285 | -151 | -333 | -307 | -333 | -316 | -290 | -333 | -303 | -146 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 530 | 482 | 530 | 304 | 256 | 530 | 260 | 255 | 534 | 486 | 534 | 308 | 260 | 534 | 479 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | -292 | -265 | -292 | -167 | -141 | -292 | -143 | -140 | -294 | -268 | -294 | -169 | -143 | -294 | -264 | -146 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Esfuerzos característicos de 2º orden en base de pila:

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 609 | 561 | 609 | 578 | 530 | 609 | 518 | 274 | 605 | 557 | 605 | 574 | 526 | 605 | 550 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | -335 | -309 | -335 | -318 | -292 | -335 | -285 | -151 | -333 | -307 | -333 | -316 | -290 | -333 | -303 | -146 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 530 | 482 | 530 | 304 | 256 | 530 | 260 | 255 | 534 | 486 | 534 | 308 | 260 | 534 | 479 | 265 |
| HL | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 71 | 17 | 108 | 108 | 108 | 71 | 71 | 108 | 108 | 17 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | -292 | -265 | -292 | -167 | -141 | -292 | -143 | -140 | -294 | -268 | -294 | -169 | -143 | -294 | -264 | -146 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Esfuerzos característicos de 2ª orden en cara superior de encepado (para el conjunto de las dos pilas)**

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 1139 | 1043 | 1139 | 882 | 786 | 1139 | 779 | 529 | 1139 | 1043 | 1139 | 882 | 786 | 1139 | 1029 | 529 |
| HL | 217 | 217 | 217 | 141 | 141 | 217 | 141 | 34 | 217 | 217 | 217 | 141 | 141 | 217 | 217 | 34 |
| HT | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| ML | -627 | -574 | -627 | -485 | -433 | -627 | -429 | -291 | -627 | -574 | -627 | -485 | -433 | -627 | -566 | -291 |
| MT | 436 | 436 | 436 | 1511 | 1511 | 436 | 1418 | 101 | 392 | 892 | 392 | 1467 | 1467 | 392 | 392 | 0 |

PILA E1 - Con pots  Obtención de esfuerzos mayorados en pila y pilotes

**Acciones en cabeza de pila:**

| | Estado | Apoyo A N | Apoyo A HL | Apoyo A HT | Apoyo B N | Apoyo B HL | Apoyo B HT | Apoyo C N | Apoyo C HL | Apoyo C HT | Apoyo D N | Apoyo D HL | Apoyo D HT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PP | 161 | 0 | 0 | 161 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | CP+ | 152 | 0 | 0 | 152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | CP- | 104 | 0 | 0 | 104 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | ε | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | SC paseo Caso1 | 9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | SC paseo Caso2 | 15 | 0 | 0 | -6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | SC paseo Caso3 | 9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | SC tren Caso1 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | SC tren Caso2 | 250 | 54 | 5 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | SC tren Caso3 | 286 | 91 | 5 | 214 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Térmico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Viento T sin SC | 9 | 0 | 17 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Viento T con SC | 7 | 0 | 10 | -7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Viento L sin SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Viento L con SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Interacción | 0 | 28 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Sismo trans | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| hw(sinSC) | 3.00 | $h_{pila} + h_{capitel}$ = | 0.0 | m | |
| hw(conSC) | 3.75 | $h_{capitel}$ = | 0.00 | m | |
| dT vigas | 5.50 | $h_{pila}$ = | 0.0 | m | |
| h carril | 3.97 | $A_{pila}$ = | 0.00 | m2 | |
| L vano | 33.90 | $P_{capitel}$ = | 0 | t | |
| dL apoyos | 1.10 | $P_{pila}$ = | 0 | t | |
| | | $P_{capitel+pila}$ = | 0 | t | |
| | | $q_{viento\ trans\ pila}$ = | 0.00 | t/m | |
| | | $q_{viento\ long\ pila}$ = | 0.00 | t/m | |
| | | $F_{sismo}$ / Masa = | 0.00 | | |
| | | Sismo vertic/horiz = | 0.21 | | |

| | | |
|---|---|---|
| $q_{sismo\ trans\ Fuste}$ = | 0.0 | t/m |
| $q_{sismo\ vertical\ Fuste}$ = | 0.0 | t/m |
| $q_{sismo\ trans\ Capitel}$ = | 0.0 | t |
| $q_{sismo\ vertical\ Capitel}$ = | 0.0 | t |

**Esfuerzos en base de pila debidos a acciones en el fuste:**

| | | N | HL | HT | ML | MT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Viento T sin SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Viento T con SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Viento L sin SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Viento L con SC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Sismo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Datos del encepado y los pilotes:

Encepado:

| | |
|---|---|
| Ancho: | 8.5 m |
| Largo: | 8 m |
| Canto: | 3 m |
| Peso: | 510 t |

$F_{sismo}$ / Masa = 0.00

$q_{sismo\ trans\ Encepado}$ = 0 t

$q_{sismo\ vertical\ Encepado}$ = 0 t

Pilotes:

| | |
|---|---|
| Diámetro: | 2 m |
| $L_{elástica}$ pilotes: | 12 m |

**Hipótesis de carga y coeficientes de combinación:**

| Hipótesis | 1 | 2 (ΔN SC) máx - N máx - WT | 3 (ΔN SC) máx - N mín - WT | 4 MT máx - N máx - WT | 5 MT máx N mín - WT | 6 HTmax con SC y Nmáx - WT | 7 HTmax con SC y N mín - WT | 8 HTmax sin SCU - WT | 9 Nmax - WL | 10 (ΔN SC) máx - N máx - WL | 11 (ΔN SC) máx - N mín - WL | 12 MT máx - N máx - WL | 13 MT máx - N mín WL | 14 HLmáx con SC y Nmáx - WL | 15 HLmáx con SC y N mín - WL | 16 HLmáx sin SCU - WL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.00 |
| 2 | 1.35 | 0.00 | 1.00 | 1.35 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 1.00 | 1.35 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 1.20 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.00 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 |
| 15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.00 |
| 16 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**Esfuerzos mayorados de 1er orden en cabeza de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 867 | 802 | 611 | 821 | 663 | 867 | 645 | 278 | 861 | 796 | 605 | 815 | 657 | 861 | 693 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | -477 | -441 | -336 | -451 | -365 | -477 | -355 | -153 | -474 | -438 | -333 | -448 | -361 | -474 | -381 | -145 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 748 | 683 | 528 | 409 | 251 | 748 | 258 | 251 | 754 | 689 | 534 | 415 | 257 | 754 | 586 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | -411 | -376 | -290 | -225 | -138 | -411 | -142 | -138 | -415 | -379 | -294 | -228 | -142 | -415 | -322 | -145 |

**Esfuerzos mayorados de 1er orden en base de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 867 | 802 | 611 | 821 | 663 | 867 | 645 | 278 | 861 | 796 | 605 | 815 | 657 | 861 | 693 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | -477 | -442 | -336 | -452 | -365 | -477 | -355 | -153 | -474 | -438 | -333 | -448 | -362 | -474 | -381 | -145.5 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 748 | 683 | 528 | 409 | 251 | 748 | 258 | 251 | 754 | 689 | 534 | 415 | 257 | 754 | 586 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | -412 | -376 | -291 | -225 | -138 | -412 | -142 | -138 | -415 | -379 | -294 | -228 | -142 | -415 | -323 | -146 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Esfuerzos mayorados de 2º orden en base de pila:**

Pila izquierda (Apoyos A y C)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 867 | 802 | 611 | 821 | 663 | 867 | 645 | 278 | 861 | 796 | 605 | 815 | 657 | 861 | 693 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | -477 | -442 | -336 | -452 | -365 | -477 | -355 | -153 | -474 | -438 | -333 | -448 | -362 | -474 | -381 | -146 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pila derecha (Apoyos B y D)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 748 | 683 | 528 | 409 | 251 | 748 | 258 | 251 | 754 | 689 | 534 | 415 | 257 | 754 | 586 | 265 |
| HL | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 106 | 25 | 162 | 162 | 117 | 106 | 106 | 162 | 162 | 25 |
| HT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ML | -412 | -376 | -291 | -225 | -138 | -412 | -142 | -138 | -415 | -379 | -294 | -228 | -142 | -415 | -323 | -146 |
| MT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Esfuerzos mayor dos de 2º orden en cara superior de encepado (para el conjunto de las dos pilas)

| Hipótesis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 1615 | 1485 | 1139 | 1229 | 915 | 1615 | 904 | 529 | 1615 | 1485 | 1139 | 1229 | 915 | 1615 | 1279 | 529 |
| HL | 325 | 325 | 233 | 212 | 212 | 325 | 212 | 50 | 325 | 325 | 233 | 212 | 212 | 325 | 325 | 50 |
| HT | 16 | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 8 | 8 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| ML | -889 | -818 | -627 | -677 | -503 | -889 | -497 | -291 | -889 | -818 | -627 | -677 | -503 | -889 | -704 | -291 |
| MT | 654 | 654 | 458 | 2266 | 2266 | 654 | 2127 | 151 | 588 | 588 | 392 | 2200 | 2200 | 588 | 588 | 0 |

## 8.4.- Cálculo de los muros en vuelta

# CÁLCULO DE MUROS.

## 1.-DATOS DEL MURO.

### 1.1.- GEOMETRÍA DEL MURO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ancho en coronación. | B= | 0.40 | m. |
| Altura del Muro | H= | 4.40 | m. |
| Puntera | P= | 0.55 | m. |
| Talón | T= | 2.65 | m. |
| Canto de la Zapata | Z= | 2.75 | m. |
| Incremento en trasdos de base de muro | $\Delta B_T$= | 0.00 | m. |
| Incremento en intrados de base de muro | $\Delta B_p$= | 0.00 | m. |

### 1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Recubrimientos en muro | $r_m$= | 5.00 | cm | | |
| Recubrimientos en zapata | $r_z$= | 5.00 | cm | | |
| Peso específico del Hormigón. | $\gamma_h$= | 2.50 | $T/m^3$ | | |
| Resistencia Característica del Hormigón en Alzado de Muro | $f_{ck,m}$ | 250 | y en zapata | 250 | $kp/cm^2$ |
| Resistencia Característica del Acero | $f_{yk,m}$ | 5100 | $kp/cm^2$ | | |
| Coeficiente de minoración del Hormigón | $\gamma_c$= | 1.50 | | | |
| Coeficiente de minoración del Acero | $\gamma_s$= | 1.15 | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Cargas Permanentes | $\gamma_{fcp}$= | 1.50 | | | |
| Coeficiente Mayoración de Acciones Sobrecargas | $\gamma_{fsc}$= | 1.50 | | | |

### 1.3.- DATOS DEL TERRENO.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Angulo de rozamiento interno del terreno de cimentación | $\phi c$= | 30 | º |
| Angulo de rozamiento interno del relleno | $\phi$= | 30 | º |
| Angulo de rozamiento en contacto terreno-muro | $\delta$= | 0 | º |
| Angulo del terreno en trasdos | $\beta$= | 0 | º |
| Angulo del terreno en intrados | $\eta$= | 0 | º |
| Peso específico apararente del terreno. | $\gamma$= | 2.00 | $T/m^3$ |
| Altura de tierras sobre puntera | $H_p$= | 0.00 | m. |
| Tensión Media Admisible del terreno. | $\sigma$,adm= | 4.00 | $kp/cm^2$ |
| Coeficiente de minoración del Empuje Pasivo | $\gamma_p$= | 0.00 | |
| Nivel freático en trasdos.Profundidad desde coronación | PNF= | | No hay |
| Nivel de lámina de agua en intrados desde coronación | $P_A$= | | No hay |
| Densidad sumergida del terreno. | $\gamma'$= | | No hay |
| Subpresión bajo cimentación, en puntera | Sp= | 0.00 | T/m2. |
| Subpresión bajo cimentación, en talón | St= | 0.00 | T/m2. |

### 1.4.- ACCIONES EXTERIORES.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sobrecarga en trasdos de muro | q= | 3.00 | T/ml |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Horizontal Ch=ac/2g | Ch= | 0.00 | |
| Coeficiente Sísmico de Aceleración Vertical | Cv= | 0.00 | |
| **Acciones exteriores en coronación de muro.** (En el centro de la coronación) | | | |
| Axil de compresión | N= | 0.00 | T/ml |
| Fuerza horizontal | Fh= | 0.00 | T/ml |
| Axil de compresión | M= | 0.00 | mT/ml |





## 2.- CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE.

Los coeficientes de empuje Activo y Pasivo son los que marca la IAP-98 para el caso de sismo, definidos por Mononobe-Okabe. Estos coeficientes son para el caso de no haber sismo idénticos a los propuestos por Coulomb.

El coeficiente de empuje del terreno en el **trasdos** será el Activo o el Reposo.

El caso de Empuje Activo es: $$k_a = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(\phi+\alpha-\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\alpha)\cdot \operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot\operatorname{sen}(\phi-\vartheta-\beta)}{\operatorname{sen}(\alpha-\delta-\vartheta)\cdot\operatorname{sen}(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

Donde: $\alpha$ es el ángulo que forma el trasdos del muro con la horizontal

y $$\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $$K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**Coeficiente de empuje Activo**

| | | |
|---|---|---|
| El coeficiente de empuje en el trasdos del muro es: | **Ka=** | **0.333** |
| El coeficiente de empuje en el trasdos de la zapata es: | **Ka=** | **0.333** |

Estos coeficientes de empujes proyectados según la horizontal y la vertical dan como resultado los siguientes:

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** del muro: | **Kh,t=** | **0.333** |
| Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** del muro: | **Kv,t=** | **0.000** |
| Coeficiente de empuje **horizontal en el trasdos** de zapata: | **Kh,tz=** | **0.333** |
| Coeficiente de empuje **vertical en el trasdos** de zapata: | **Kv,tz=** | **0.000** |

El coeficiente de empuje del terreno en el **intrados** será el Pasivo ó el Reposo.

El caso de Empuje Pasivo es: $$k_p = \frac{(1-c_v)\cdot \operatorname{sen}^2(-\phi+\varepsilon+\vartheta)}{\cos(\vartheta)\cdot \operatorname{sen}^2(\varepsilon)\cdot \operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot\left[1-\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\cdot\operatorname{sen}(\phi+\vartheta+\eta)}{\operatorname{sen}(\varepsilon+\delta+\vartheta)\cdot\operatorname{sen}(\varepsilon+\eta)}}\right]^2}$$

Donde: $\varepsilon$ es el ángulo que forma el intrados del muro con la horizontal

y $$\vartheta = \operatorname{arctg}\left(\frac{C_h}{1-C_v}\right)$$

Mientras que si fuera empuje al Reposo el coeficiente de empuje es: $$K_0 = 1-\operatorname{sen}(\phi)$$

En el caso de estudio el coeficiente de empuje utilizado es:
**No se considera el empuje en el intrados en este caso**

## 3.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD.

### 3.1.- ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO.

Frente a las acciones de los empujes horizontales desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al deslizamiento sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{desl,adm} < \gamma_{desl} = \frac{N \cdot \mu + E_{i,h} + \mu \cdot E_{i,v} - S \cdot \mu - E_{s,h}}{E_{t,h} - \mu \cdot E_{t,v}}$$

Donde: N es el peso de muro más tierras que producen rozamiento
S es la subpresión en base de la cimentación del muro
$E_{i,h}$ es el empuje horizontal en el intrados
$E_{i,v}$ es el empuje vertical en el intrados
$E_{t,h}$ es el empuje horizontal en el trasdos
$E_{t,v}$ es el empuje vertical en el trasdos
$\mu$ es el coeficiente de rozamiento entre zapata y terreno $\mu = tg(\phi_c)$
Y $E_{s,h}$ es el empuje horizontal del peso del muro producido por el sismo

En este caso se fija **γdesl,adm= 1.5** Como valor admisible.

El coeficiente al deslizamiento resultante es: **γdesl= 1.44**
**No se cumple la estabilidad al delizamiento**

### 3.2.- ESTABILIDAD AL VUELCO.

Frente a las acciones de los momentos desestabilizadores se deberá cumplir que el coeficiente de seguridad al vuelco sea mayor que el admisible.

$$\gamma_{v,adm} < \gamma_{vuelco} = \frac{M_{est}}{M_{volc}}$$

Donde: Mest es el momento estabilizador producido por el peso propio menos la subpresión más el producido por los empujes del intrados
Mvolc es el momento volcador producido por los empujes del trasdos

En este caso se fija: **γvuelc,adm= 1.6** Como valor admisible.

El coeficiente al vuelco resultante es: **γvuelc= 1.79**
**Luego se cumple la estabilidad al vuelco**





## 4.- COMPROBACIÓN DE TENSIONES EN LA CIMENTACIÓN.

Frente a la totalidad de acciones la cimentación deberá cumplir las dos condiciones siguientes:

1- La **tensión media** deberá ser menor que la admisible por el terreno $\sigma_{media} < \sigma_{adm}$
Donde en este caso se fija el calor de **σadm=** 4 **kp/cm²**

2- La **tensión máxima** deberá ser menor que la tensión punta del terreno $\sigma_{max} < \sigma_{punta} = 1.25 \cdot \sigma_{adm}$
Mientras que el valor punta es **σpunta =** 5 **kp/cm²**

Bajo la totalidad de acciones la cimentación se encuentra:
**Puntera Comprimida, con una zona de levantamiento en el talón**
Los resultados de tensión máxima y media son:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensión media= | **2.30** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Tensión máxima = | **4.60** | kp/cm2 | **Valor Admisible** |
| Zona comprimida = | **2.62 m.** | | **Compresión en zona de Puntera** |
| Zona traccionada = | **0.97 m.** | | **Tracción en zona de Talón** |

## 5.- CÁLCULO DE ARMADURAS DEL MURO.

### 5.1.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ALZADO DEL MURO.

Nº de secciones de cálculo de armaduras de flexión en el alzado del muro: 6

| | | | | As flexión muro(cm²/m) | | | As rep. (cm²/m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sección Nº | Distancia a coronación(m) | Espesor(m) | Md(mt) | Trasdos | Por | Intrados | Trasdos | Intrados |
| 1 | 4.40 | 0.40 | 28.72 | 20.35 | Cálculo | 1.20 | 6.40 | 6.40 |
| 2 | 3.67 | 0.40 | 18.30 | 12.49 | Cálculo | 1.20 | 6.40 | 6.40 |
| 3 | 2.93 | 0.40 | 10.66 | 7.09 | Cálculo | 1.20 | 6.40 | 6.40 |
| 4 | 2.20 | 0.40 | 5.40 | 6.01 | Mín Mec. | 1.20 | 6.40 | 6.40 |
| 5 | 1.47 | 0.40 | 2.14 | 6.01 | Mín Mec. | 1.20 | 6.40 | 6.40 |
| 6 | 0.73 | 0.40 | 0.47 | 6.01 | Mín Mec. | 1.20 | 6.40 | 6.40 |

**5.2-COMPROBACIÓN DE CORTANTE.**

| | | | | Cort. Efect. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sección Nº | Dist a Coron. | Canto útil (m | Vd(T/m) | Vrd(T/m) | $V_{u1}$(T/m) | $V_{u2}$(T/m) | |
| 1 | 4.05 | 0.35 | 14.28 | 14.28 | 175.00 | 18.80 | No necesita As de Cort. |
| 2 | 3.67 | 0.35 | 12.22 | 12.22 | 175.00 | 16.02 | No necesita As de Cort. |
| 3 | 2.93 | 0.35 | 8.70 | 8.70 | 175.00 | 13.24 | No necesita As de Cort. |
| 4 | 2.20 | 0.35 | 5.72 | 5.72 | 175.00 | 12.42 | No necesita As de Cort. |
| 5 | 1.47 | 0.35 | 3.28 | 3.28 | 175.00 | 12.28 | No necesita As de Cort. |
| 6 | 0.73 | 0.35 | 1.37 | 1.37 | 175.00 | 12.13 | No necesita As de Cort. |

### 5.3.- RESISTENCIA A ESFUERZO RASANTE EN LA JUNTA DE HORMIGONADO (ALZADO-ZAPATA).

La tensión rasante que solicita la junta en la sección debe cumplir:

$$\tau_{md} \le \beta \cdot f_{ct,d} + \frac{A_{st}}{s \cdot p} \cdot f_{y\alpha,d} \cdot (\mu \cdot \operatorname{sen}\alpha + \cos\alpha) + \mu \cdot \sigma_{cd} \le 0.25 \cdot f_{cd}$$

Donde:
τmd es el valor medio de la tensión rasante de cálculo en la junta (alzado-zapata)
β es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado β =0.2
fcd es la resistencia a compresión simple del hormigón más débil de la junta.
El factor Ast/s·p es la armadura por metro lineal de junta.
fyα,d es la resistencia de cálculo de las armaduras transversales no mayor de 4000 kp/cm2.
μ es un factor que depende de la rugosidad de la junta. Del lado de la Seguridad se ha tomado μ=0.6
α es el ángulo que forman las diferentes armaduras transversales con el plano de la junta.
σcd es la tensión de cálculo normal al plano de la junta.
fct,d es la resistencia de cálculo a tracción del hormigón más débil de la junta.

El resultado es:

**τ md= 4.07 kp/cm2**
**τ adm= 16.3 kp/cm2**

**Se cumple el estado límite de agotamiento por esfuerzos rasantes en la junta**

### 5.4.- CÁLCULO DE ARMADURAS EN ZAPATA.

Los resultados del dimensionamiento por flexión en la zapata, siguiendo la norma EHE para cimentaciones flexibles son los siguientes:

Del lado del **trasdos:**
Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= -82.56 Se tracciona la cara superior de la zapata**

Del lado del **intrados:**
Momento de cálculo en la sección a una distancia de 0.15a del borde del muro:
**Md(mt/ml)= 9.76 Se tracciona la cara inferior de la zapata**

Resultados de armaduras

| | As Flexión(cm²/ml) | | As Reparto (cm²/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| As total | As Superior | As inferior | As Superior | As inferior |
| **Trasdos** | 41.34 | 16.50 | 24.75 | 24.75 |
| **Intrados** | 16.50 | 41.34 | 24.75 | 24.75 |

Resultado de armadura de flexión del lado del trasdos por: Cuantía Mínima Mecánica
Resultado de armadura de flexión del lado del intrados por: Cuantía Mínima Mecánica

### 5.5.- COMPROBACIÓN DE CORTANTE EN ZAPATA.

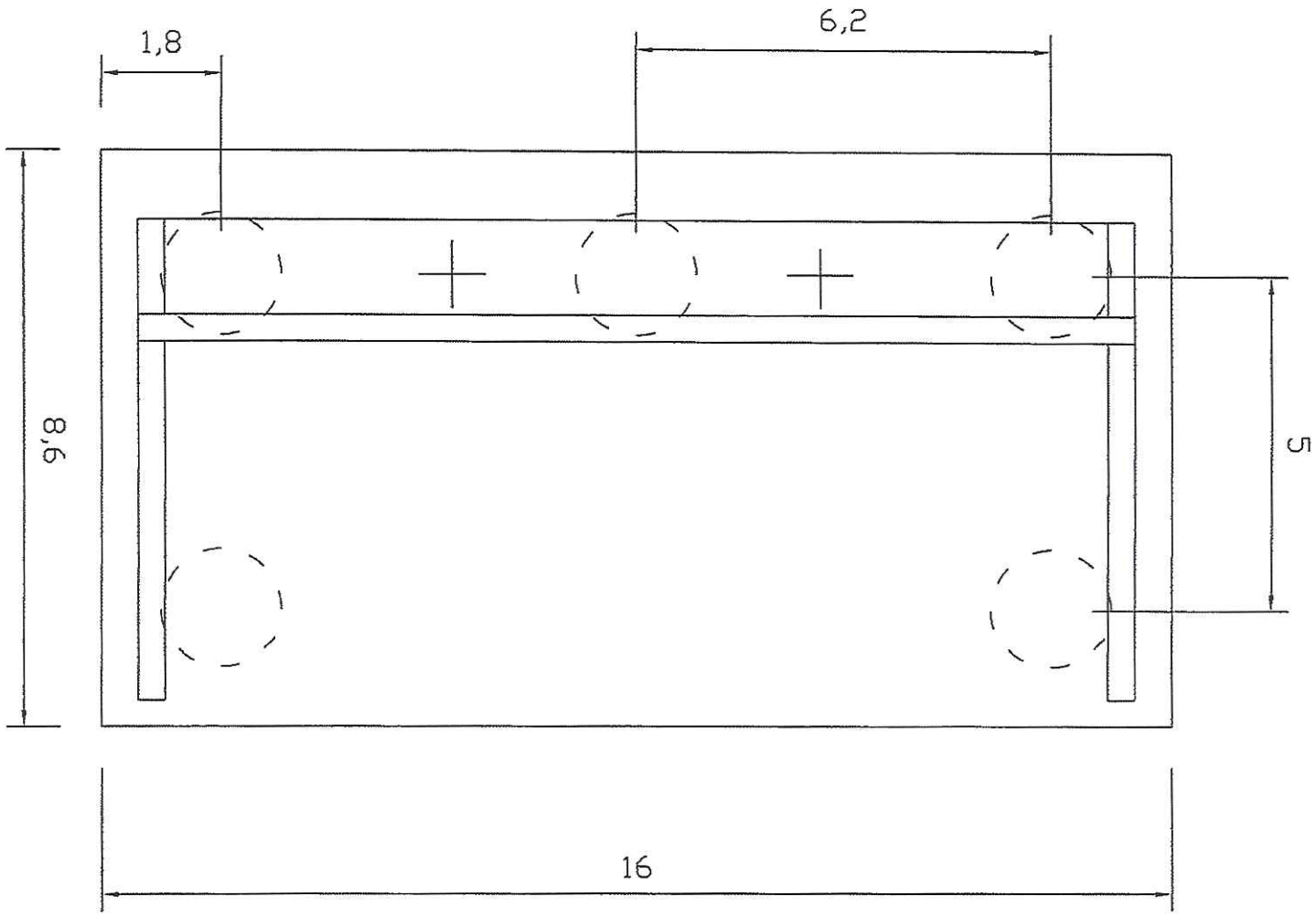
Se comprueba el Estado Límite de tensiones tangenciales en la zapata en la sección de cálculo $S_2$ según marca la EHE a un canto útil del borbe del alzado del muro. Los resultados son los siguientes:

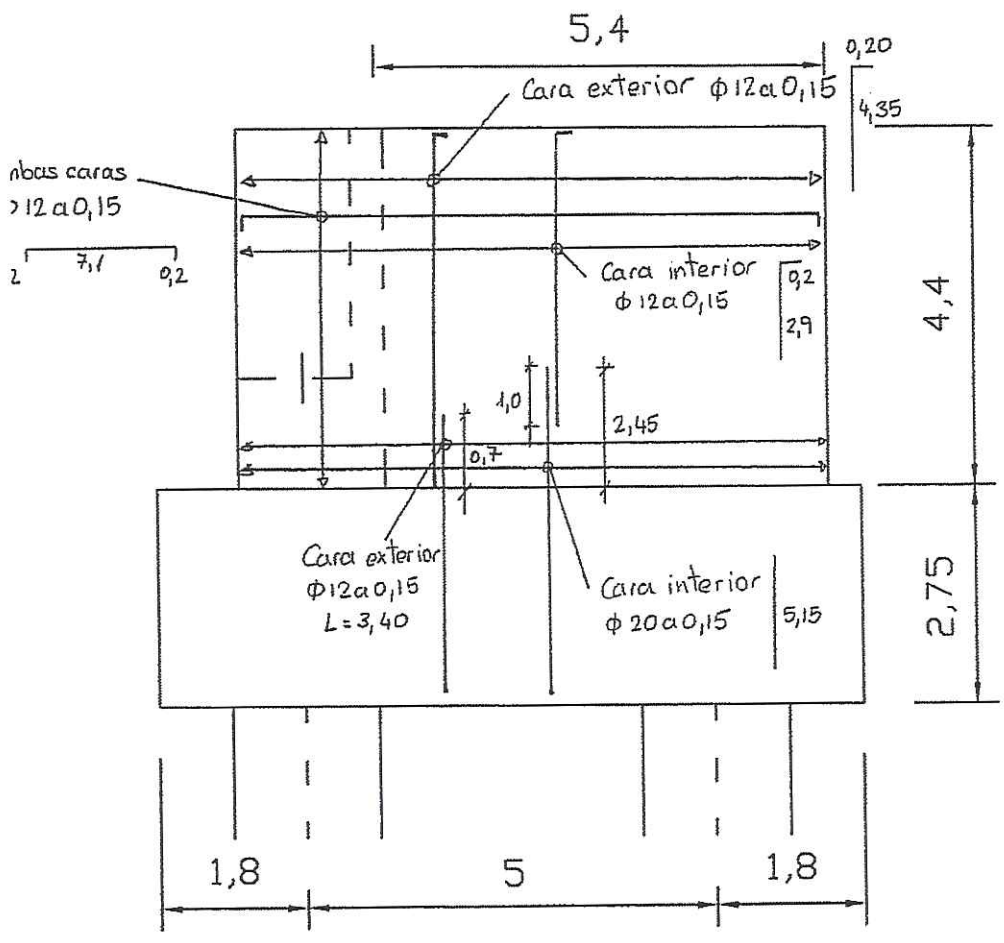
| | Vd(T/ml) | Vu1(T/ml) | Vu2(T/ml) | |
|---|---|---|---|---|
| **Lado trasdos** | 0.00 | 1350.00 | 64.48 | No necesita Armadura de Cortante |
| **Lado intrados** | -187.36 | 1350.00 | 64.48 | No necesita Armadura de Cortante |

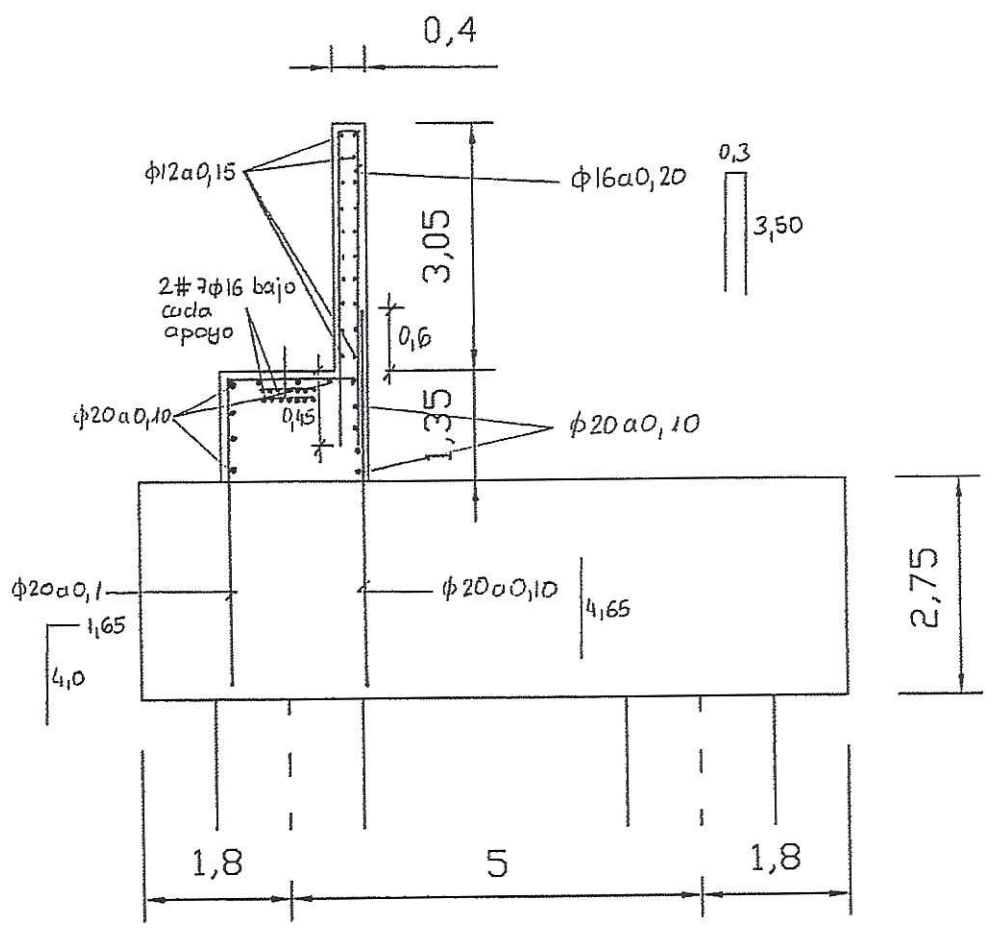
**No es necesario comprobar el cortante en el talón, al estar la sección de cálculo S2 fuera de la cimentación.**
**No es necesario comprobar el cortante en la puntera, al estar la sección de cálculo S2 fuera de la cimentación.**



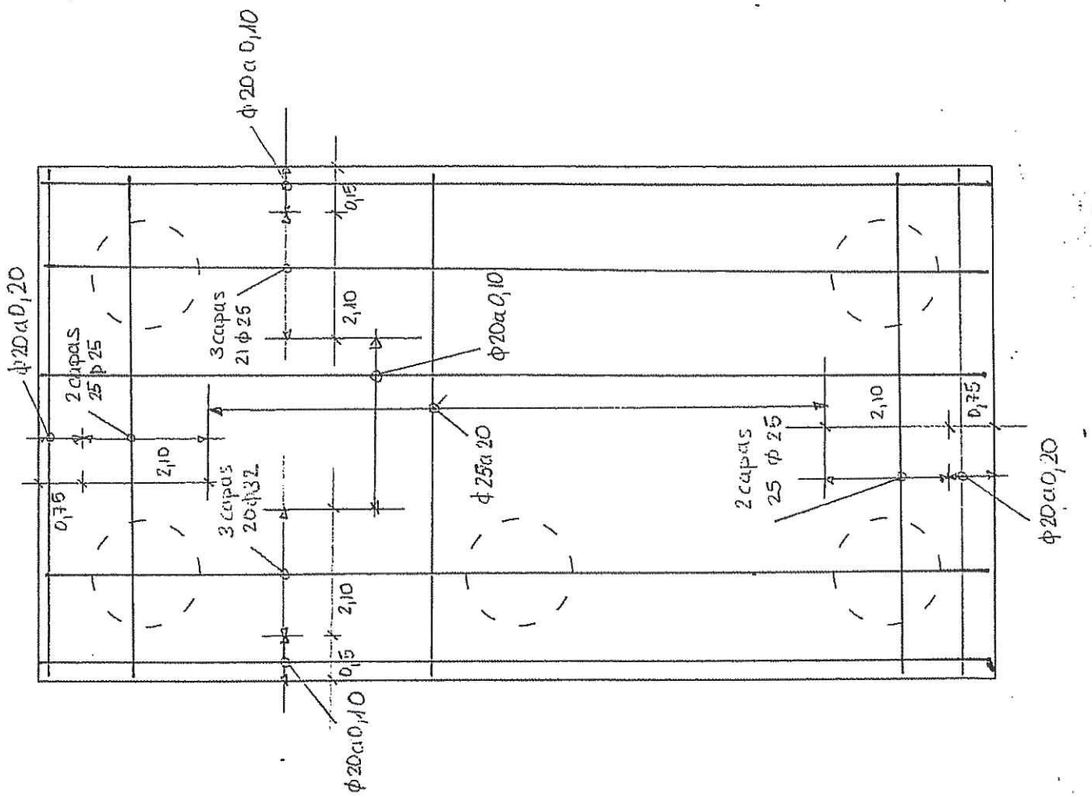
## 10. PLANOS DE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y ARMADURA


1,8
6,2
9,6
5
16

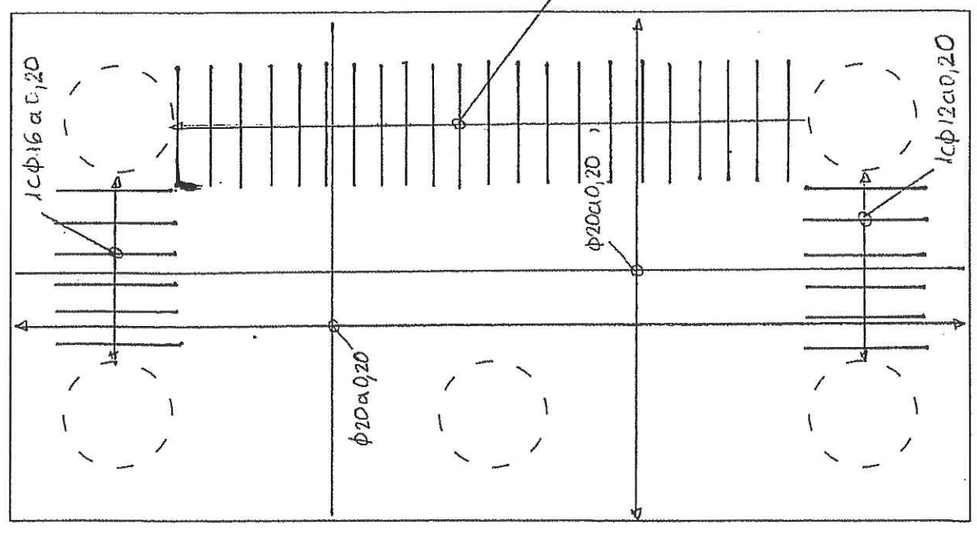

5,4
0,20
Cara exterior ϕ12a0,15
4,35
ambas caras
ϕ12a0,15
2
7,1
0,2
Cara interior
ϕ12a0,15
0,2
2,9
4,4
1,0
2,45
0,7
Cara exterior
ϕ12a0,15
L=3,40
Cara interior
ϕ20a0,15
5,15
2,75
1,8
5
1,8


0,4
ϕ12a0,15
ϕ16a0,20
0,3
3,50
3,05
2#7ϕ16 bajo cada apoyo
0,6
ϕ20a0,10
0,45
1,35
ϕ20a0,10
ϕ20a0,1
ϕ20a0,10
1,65
4,10
4,65
2,75
1,8
5
1,8

ENRAMENTO INFERIOR




ENRAMENTO SUPERIOR

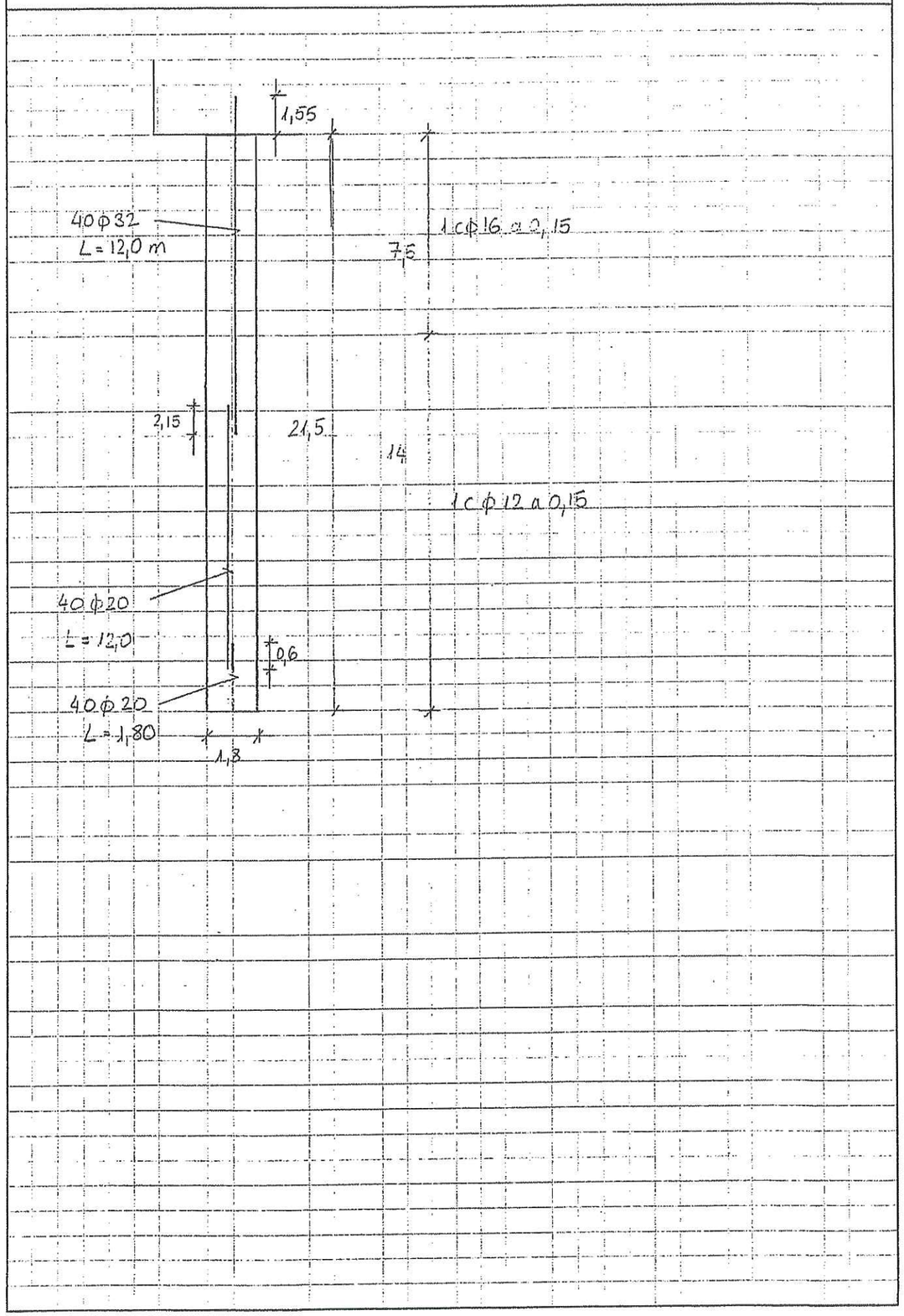



ACS PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA

De a Fecha

Pág.




Mod. 54