

CALCULO MECANICO DE CONDUCTOR

1.- DESCRIPCION TECNICA

1.1.- Características fundamentales de la obra:

- Ubicación geográfica y zona climática: E. Ríos (Zona C)
- Tipo de línea y disposición de los conductores: 33 kV Line Post Coplanar Vertical.
- Vano de cálculo: Vano de regulacion (tramo 2).
- Tipo de conductor: Al.
- Tipo de estructuras: hormigón armado, pretensado.
- Tipo de fundación: Romboidal; H°S°.

1.2.- Características técnicas del conductor:

IRAM 2187	Norma
Aleación aluminio/Acero	Material
$s_n := 70$	Sección nominal (mm ²)
$s_c := 68.97$	Sección real (mm ²)
$d_c := 0.0108$	Diámetro exterior (m)
$p_c := 0.1862$	Peso propio unitario (daN/m)
$E_c := 5700$	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)
$\alpha_c := 23 \cdot 10^{-6}$	Coefficiente de dilatación (1/°C)
$T_r := 1925.7$	Carga de rotura (daN)

2.- CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR

2.1.- Estados carga: Zona "C" (Buenos Aires, Entre Ríos, sur y centro de Santa Fe):

	Temperaturas (°C)	Vientos (m/s)
Estado I (máxima temperatura)		
Estado II (mínima temperatura)	$t := \begin{bmatrix} 45 \\ -10 \\ 15 \\ -5 \\ 16 \end{bmatrix}$	$v := \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 35 \\ 14 \\ 0 \end{bmatrix}$
Estado III (máximo viento)		
Estado IV (viento moderado)		
Estado V (temperatura media anual)		

2.2.- Tensiones máximas admisibles:

$$\sigma_c := \begin{bmatrix} 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.2 \cdot \frac{T_r}{s_c} \end{bmatrix} \quad \sigma_c = \begin{bmatrix} 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 5.584 \end{bmatrix} \quad \text{Tensiones admisibles (daN/mm}^2\text{)}$$

2.2.- Vanos de cálculo:

Valores de vanos existentes (en m):

$$a_1 := 100 \quad a_2 := 100 \quad a_3 := 100 \quad a_4 := 100 \quad a_5 := 100 \quad a_6 := 94 \quad a_7 := 80 \quad a_8 := 90 \quad a_9 := 90 \quad a_{10} := 41$$

Cálculo del vano de regulación (en m):

$$a_{reg} := \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (a_i)^3}{\sum_{i=1}^{10} a_i}} \quad a_{reg} = 93.77$$

Vano de cálculo (en m):

$$a := a_{reg} \quad a = 93.77$$

2.3.- Cargas específicas:

- **Acción del peso propio del conductor:**

$$g_c := \frac{p_c}{s_c} \quad \text{Carga específica debido al peso propio (daN/mm}^2\text{)}$$

$$g_c = 0.003$$

- **Acción del viento sobre el conductor:**

Previamente se definirán las variables involucradas en la expresión de cálculo.

C (campo abierto, granjas o sembrados)

Categoría de exposición

$$Q := 0.0613$$

Factor que depende de la densidad del aire (kg/m³)

Generación, Transmisión y Distribución.

$Z_g := 274$ Factor función de la categoría de exposición

$\alpha := 7.5$ Factor función de la categoría de exposición

$L_s := 67$ Factor función de la categoría de exposición

$k := 0.005$ Factor función de la categoría de exposición

$C_F := 1$ Coeficiente de presión dinámica o de forma

$Z := 13$ Altura efectiva del conductor (aproximada)

$Z_p := 1.61 \cdot \left(\frac{Z}{Z_g}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$ Factor del terreno función de la categoría de exposición y la altura

$Z_p := 1.03$

$E := 4.9 \cdot \sqrt{k} \cdot \left(\frac{10}{Z}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$ Factor para hallar el factor de ráfaga G_w

$E = 0.335$

$B_w := \frac{1}{1 + 0.8 \cdot \frac{a}{L_s}}$ Factor para hallar el factor de ráfaga G_w

$B_w = 0.472$

$G_w := 1 + 2.7 \cdot E \cdot \sqrt{B_w}$ Factor de ráfaga

$G_w := 1$

$F_c := 1$ Factor de carga (De tabla 10.2.b Reglamentación AEA)

$A_c := a \cdot d_c = 1.013$ Area proyectada donde actúa el viento sobre el conductor (m²)

$\Psi := 0$ Angulo del viento con el eje perpendicular de la línea

Luego, la fuerza ejercida por el viento sobre el conductor será:

$$Fvc_i := Q \cdot (Z_p \cdot v_i)^2 \cdot F_c \cdot G_w \cdot C_F \cdot A_c \cdot (\cos(\Psi))^2 \quad Fvc_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 80.68 \\ 12.91 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{Fuerza del viento sobre el conductor (daN)}$$

$$gvc_i := \frac{Fvc_i}{a \cdot s_c} \quad gvc_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.0125 \\ 0.002 \end{bmatrix} \quad \text{Cargas específicas debidas al viento (daN/m.mm²)}$$

• **Ángulos de inclinación del conductor:**

$$\theta_3 := \operatorname{atan}\left(\frac{gvc_3}{g_c}\right) \cdot \left(\frac{180}{\pi}\right) \quad \theta_3 = 77.79$$

$$\theta_4 := \operatorname{atan}\left(\frac{gvc_4}{g_c}\right) \cdot \left(\frac{180}{\pi}\right) \quad \theta_4 = 36.48$$

• **Cargas específicas resultantes:**

$$Gc_i := \sqrt{g_c^2 + (gvc_i)^2} \quad Gc_i = \begin{bmatrix} 0.003 \\ 0.003 \\ 0.013 \\ 0.003 \\ 0.003 \end{bmatrix} \quad \text{Cargas específicas resultantes (daN/m.mm}^2\text{)}$$

2.4.- Determinación del Estado Básico mediante análisis de los vanos críticos:

$$acr23 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_2} - \sigma_{c_3}}{E_c}\right) + \alpha_c \cdot (t_2 - t_3)\right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_2)^2}{(\sigma_{c_2})^2} - \frac{(Gc_3)^2}{(\sigma_{c_3})^2}}} = 184.048 \quad \text{Estado 2}$$

$$acr24 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_2} - \sigma_{c_4}}{E_c}\right) + \alpha_c \cdot (t_2 - t_4)\right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_2)^2}{(\sigma_{c_2})^2} - \frac{(Gc_4)^2}{(\sigma_{c_4})^2}}} = 514.43 \quad \text{Estado 2}$$

$$acr25 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_2} - \sigma_{c_5}}{E_c}\right) + \alpha_c \cdot (t_2 - t_5)\right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_2)^2}{(\sigma_{c_2})^2} - \frac{(Gc_5)^2}{(\sigma_{c_5})^2}}} = 454.949i \quad \text{Estado 5}$$

$$\sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_3} - \sigma_{c_4}}{E_c}\right) + \alpha_c \cdot (t_3 - t_4)\right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_3)^2}{(\sigma_{c_3})^2} - \frac{(Gc_4)^2}{(\sigma_{c_4})^2}}}$$

Generación, Transmisión y Distribución.

$$acr34 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_3} - \sigma_{c_4}}{E_c} \right) + a_c \cdot (t_3 - t_4) \right) \cdot \frac{\frac{(Gc_3)^2}{(\sigma_{c_3})^2} - \frac{(Gc_4)^2}{(\sigma_{c_4})^2}}{24}} = 166.766$$

Estado 4

$$acr35 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_3} - \sigma_{c_5}}{E_c} \right) + a_c \cdot (t_3 - t_5) \right) \cdot \frac{\frac{(Gc_3)^2}{(\sigma_{c_3})^2} - \frac{(Gc_5)^2}{(\sigma_{c_5})^2}}{24}} = 549.643$$

Estado 5

$$acr45 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_4} - \sigma_{c_5}}{E_c} \right) + a_c \cdot (t_4 - t_5) \right) \cdot \frac{\frac{(Gc_4)^2}{(\sigma_{c_4})^2} - \frac{(Gc_5)^2}{(\sigma_{c_5})^2}}{24}} = 480.69i$$

Estado 5

Comparación g/σ:

$$\frac{Gc_2}{\sigma_{c_2}} = 1.381 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{Gc_3}{\sigma_{c_3}} = 6.531 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{Gc_4}{\sigma_{c_4}} = 1.718 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{Gc_5}{\sigma_{c_5}} = 4.835 \cdot 10^{-4}$$

Al comparar relaciones de g/σ se determina en cada comparación cual es el estado a considerar, analizando los resultados de todas las comparaciones, se ve que el **estado 5 es el mas preponderante y se lo define como estado basico.**

2.5.- Estado básico: $e_b := 5$

$$\sigma_{c_5} = 5.584$$

$$t_5 = 16$$

$$Gc_5 = 0.003$$

2.6.- Verificación de las tensiones en los restantes estados:

Ecuación de Estado:

$$\sigma c^3 + A \cdot \sigma c^2 - B = 0$$

Sus coeficientes son:

$$A_i := \frac{E_c}{24} \cdot \frac{a^2 \cdot (Gc_i)^2}{(\sigma_{c_i})^2} + E_c \cdot a_c \cdot (t_i - t_5) - \sigma_{c_5}$$

$$B_i := \frac{E_c}{24} \cdot a^2 \cdot (Gc_i)^2$$

Generación, Transmisión y Distribución.

Dado que se trata de una ecuación cúbica, la misma posee tres raíces de las cuales solo tiene sentido la raíz Real.

Por esta razón hemos hallado, en forma simbólica, únicamente la solución Real que tiene la siguiente forma:

$$X_i := 108 \cdot B_i - 8 \cdot (A_i)^3 + 12 \cdot \left((81) \cdot (B_i)^2 - 12 \cdot B_i \cdot (A_i)^3 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Paso intermedio

Solución Real de la Ecuación de Estado:

$$\sigma_c := \frac{1}{6} \cdot (X_i)^{\frac{1}{3}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{(A_i)^2}{(X_i)^{\frac{1}{3}}} - \frac{1}{3} \cdot A_i$$

$$\sigma_c = \begin{bmatrix} 2.99 \\ 8.71 \\ 9.22 \\ 8.2 \\ 5.58 \end{bmatrix} \quad (\text{daN/mm}^2) \quad \text{Comparándolas con las Tensiones máx. admisibles:} \quad \sigma_c = \begin{bmatrix} 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 5.584 \end{bmatrix}$$

Verifica

2.7.- Tiros:

$$T_{c_i} := \sigma_{c_i} \cdot s_c \quad T_{c_i} = \begin{bmatrix} 206.44 \\ 600.42 \\ 636.24 \\ 565.51 \\ 385.14 \end{bmatrix} \quad (\text{daN})$$

2.8.- Flechas:

$$f_{c_i} := \frac{a^2 \cdot G_{c_i}}{8 \cdot \sigma_{c_i}} \quad f_{c_i} = \begin{bmatrix} 0.99 \\ 0.34 \\ 1.52 \\ 0.45 \\ 0.53 \end{bmatrix} \quad (\text{m})$$

• Flechas verticales (Estado 3 y 4):

$$f_{cv_3} := f_{c_3} \cdot \cos\left(\theta_3 \cdot \frac{\pi}{180}\right) \quad f_{cv_3} = 0.32 \quad (\text{m})$$

$$f_{cv_4} := f_{c_4} \cdot \cos\left(\theta_4 \cdot \frac{\pi}{180}\right) \quad f_{cv_4} = 0.36 \quad (\text{m})$$

3.- RESUMEN DE TENSIONES, FLECHAS Y TIROS

Estado	Tensiones	Flechas	Inclinació	Flecha vertical	Tiros
--------	-----------	---------	------------	-----------------	-------

Generación, Transmisión y Distribución.

	[daN/mm ²]	[m]	n	[°]	[m]	[daN]
1	$\sigma_{c_1} = 2.993$	$f_{c_1} = 0.99$		$\theta_1 := 0$	$f_{cv_1} := f_{c_1}$	$T_{c_1} = 206.44$
2	$\sigma_{c_2} = 8.706$	$f_{c_2} = 0.34$		$\theta_2 := 0$	$f_{cv_2} := f_{c_2}$	$T_{c_2} = 600.42$
3	$\sigma_{c_3} = 9.225$	$f_{c_3} = 1.52$		$\theta_3 = 77.79$	$f_{cv_3} = 0.32$	$T_{c_3} = 636.24$
4	$\sigma_{c_4} = 8.199$	$f_{c_4} = 0.45$		$\theta_4 = 36.48$	$f_{cv_4} = 0.36$	$T_{c_4} = 565.51$
5	$\sigma_{c_5} = 5.584$	$f_{c_5} = 0.53$		$\theta_5 := 0$	$f_{cv_5} := f_{c_5}$	$T_{c_5} = 385.14$

4.- RESUMEN DE LA ACCION DEL CONDUCTOR EN EL VANO CONSIDERADO

- Peso cable sostén:	$P_c := p_c \cdot a$	=>	$P_c = 17.46$	<i>kg</i>
- Carga viento máximo:	$Fvc_3 := gvc_3 \cdot a$	=>	$Fvc_3 = 1.17$	<i>kg</i>
- Tiro máximo:	$T''_m := \mathbf{if}(T_{c_2} < T_{c_3}, T_{c_3}, T_{c_2})$	=>	$T''_m = 636.24$	<i>kg</i>
	$T_m := \mathbf{if}(T''_m < T_{c_4}, T_{c_4}, T''_m)$		$T_m = 636.24$	<i>kg</i>
- Flecha máxima vertical:	$f_{mv} := f_{c_1}$	=>	$f_{mv} = 0.99$	<i>m</i>
- Flecha máxima horizontal:	$f_{mh} := f_{cv_4}$	=>	$f_{mh} = 0.36$	<i>m</i>

5.- TABLA DE TENDIDO

Nota: Se considera que el tendido y posterior tensado definitivo de la línea se realiza sin viento, con lo cual el estado de carga inicial y final es el mismo, y corresponde al peso propio del conductor.

La temperatura inicial o de comparación corresponde a la del estado básico.

La tensión inicial es la tensión máxima admisible del estado básico.

Las temperaturas finales corresponden a las posibles temperaturas que pudieran presentarse en el momento de tendido.

Las longitudes de vano son las apropiadas para el tendido.

5.1.- Carga específica de cálculo:

$g_c = 0.003$ (daN/m) Acción peso propio

5.2.- Temperaturas: $i := 1 .. 24$

$t_r := (i \cdot 2 - 2)$ Rango de temperaturas probables durante el tendido

$\sigma_i \times \dots$

5.3.- Ecuación de Estado:

$$\sigma c^3 + A \cdot \sigma c^2 - B = 0$$

Sus coeficientes son:

$$A_i := \frac{E_c}{24} \cdot \frac{a^2 \cdot g_c^2}{(\sigma_{c_s})^2} + E_c \cdot \alpha_c \cdot (t_f - t_s) - \sigma_{c_s} \qquad B_i := \frac{E_c}{24} \cdot a^2 \cdot g_c^2$$

Dado que se trata de una ecuación cúbica, la misma posee tres raíces de las cuales solo tiene sentido la raíz Real.

Por esta razón hemos hallado, en forma simbólica, únicamente la solución Real que tiene la siguiente forma:

$$X_i := 108 \cdot B_i - 8 \cdot (A_i)^3 + 12 \cdot \left((81) \cdot (B_i)^2 - 12 \cdot B_i \cdot (A_i)^3 \right)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{Paso intermedio}$$

Solución Real de la Ecuación de Estado:

$$\sigma c_i := \frac{1}{6} \cdot (X_i)^{\frac{1}{3}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{(A_i)^2}{(X_i)^{\frac{1}{3}}} - \frac{1}{3} \cdot A_i$$

5.4.- Tiros:

$$T_{c_i} := \sigma c_i \cdot s_c$$

5.5.- Flechas:

$$F_{c_i} := \frac{a^2 \cdot g_c}{8 \cdot \sigma c_i}$$

5.6.- Tiempo: correspondiente para 10 oscilaciones del conductor tensado

$$Tiempo_i := \sqrt{\frac{F_{c_i}}{0.3064}} \cdot 10 \qquad \text{Fórmula empírica}$$

Generación, Transmisión y Distribución.

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 93.77 m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	514.98	7.47	0.4	11.39
2	498.18	7.22	0.41	11.58
4	481.52	6.98	0.43	11.78
6	464.99	6.74	0.44	11.99
8	448.62	6.5	0.46	12.2
10	432.43	6.27	0.47	12.43
12	416.44	6.04	0.49	12.66
14	400.67	5.81	0.51	12.91
16	385.14	5.58	0.53	13.17
18	369.89	5.36	0.55	13.44
20	354.94	5.15	0.58	13.72
22	340.34	4.93	0.6	14.01
24	326.1	4.73	0.63	14.31
26	312.27	4.53	0.66	14.63
28	298.87	4.33	0.68	14.95
30	285.96	4.15	0.72	15.28
32	273.54	3.97	0.75	15.63
34	261.66	3.79	0.78	15.98
36	250.33	3.63	0.82	16.33
38	239.56	3.47	0.85	16.7
40	229.38	3.33	0.89	17.06
42	219.77	3.19	0.93	17.43
44	210.74	3.06	0.97	17.8
46	202.27	2.93	1.01	18.17

$$a_i := 100 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 100m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	514.98	7.47	0.452	11.39
2	498.18	7.22	0.467	11.58
4	481.52	6.98	0.483	11.78
6	464.99	6.74	0.501	11.99
8	448.62	6.5	0.519	12.2
10	432.43	6.27	0.538	12.43
12	416.44	6.04	0.559	12.66
14	400.67	5.81	0.581	12.91
16	385.14	5.58	0.604	13.17
18	369.89	5.36	0.629	13.44
20	354.94	5.15	0.656	13.72
22	340.34	4.93	0.684	14.01
24	326.1	4.73	0.714	14.31
26	312.27	4.53	0.745	14.63
28	298.87	4.33	0.779	14.95
30	285.96	4.15	0.814	15.28
32	273.54	3.97	0.851	15.63
34	261.66	3.79	0.89	15.98
36	250.33	3.63	0.93	16.33
38	239.56	3.47	0.972	16.7
40	229.38	3.33	1.015	17.06
42	219.77	3.19	1.059	17.43
44	210.74	3.06	1.104	17.8
46	202.27	2.93	1.151	18.17

Generación, Transmisión y Distribución.

$$a_i := 94 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 94m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	514.98	7.47	0.399	11.39
2	498.18	7.22	0.413	11.58
4	481.52	6.98	0.427	11.78
6	464.99	6.74	0.442	11.99
8	448.62	6.5	0.458	12.2
10	432.43	6.27	0.476	12.43
12	416.44	6.04	0.494	12.66
14	400.67	5.81	0.513	12.91
16	385.14	5.58	0.534	13.17
18	369.89	5.36	0.556	13.44
20	354.94	5.15	0.579	13.72
22	340.34	4.93	0.604	14.01
24	326.1	4.73	0.631	14.31
26	312.27	4.53	0.659	14.63
28	298.87	4.33	0.688	14.95
30	285.96	4.15	0.719	15.28
32	273.54	3.97	0.752	15.63
34	261.66	3.79	0.786	15.98
36	250.33	3.63	0.822	16.33
38	239.56	3.47	0.858	16.7
40	229.38	3.33	0.897	17.06
42	219.77	3.19	0.936	17.43
44	210.74	3.06	0.976	17.8
46	202.27	2.93	1.017	18.17

$$a_i := 80 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 80m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	514.98	7.47	0.289	11.39
2	498.18	7.22	0.299	11.58
4	481.52	6.98	0.309	11.78
6	464.99	6.74	0.32	11.99
8	448.62	6.5	0.332	12.2
10	432.43	6.27	0.344	12.43
12	416.44	6.04	0.358	12.66
14	400.67	5.81	0.372	12.91
16	385.14	5.58	0.387	13.17
18	369.89	5.36	0.403	13.44
20	354.94	5.15	0.42	13.72
22	340.34	4.93	0.438	14.01
24	326.1	4.73	0.457	14.31
26	312.27	4.53	0.477	14.63
28	298.87	4.33	0.498	14.95
30	285.96	4.15	0.521	15.28
32	273.54	3.97	0.545	15.63
34	261.66	3.79	0.569	15.98
36	250.33	3.63	0.595	16.33
38	239.56	3.47	0.622	16.7
40	229.38	3.33	0.649	17.06
42	219.77	3.19	0.678	17.43
44	210.74	3.06	0.707	17.8
46	202.27	2.93	0.736	18.17

Generación, Transmisión y Distribución.

$$a_i := 90 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 90m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	514.98	7.47	0.366	11.39
2	498.18	7.22	0.378	11.58
4	481.52	6.98	0.392	11.78
6	464.99	6.74	0.405	11.99
8	448.62	6.5	0.42	12.2
10	432.43	6.27	0.436	12.43
12	416.44	6.04	0.453	12.66
14	400.67	5.81	0.471	12.91
16	385.14	5.58	0.49	13.17
18	369.89	5.36	0.51	13.44
20	354.94	5.15	0.531	13.72
22	340.34	4.93	0.554	14.01
24	326.1	4.73	0.578	14.31
26	312.27	4.53	0.604	14.63
28	298.87	4.33	0.631	14.95
30	285.96	4.15	0.659	15.28
32	273.54	3.97	0.689	15.63
34	261.66	3.79	0.721	15.98
36	250.33	3.63	0.753	16.33
38	239.56	3.47	0.787	16.7
40	229.38	3.33	0.822	17.06
42	219.77	3.19	0.858	17.43
44	210.74	3.06	0.895	17.8
46	202.27	2.93	0.932	18.17

$t_f =$

$T_c =$

$\sigma_c =$

$F_i =$

$Tiempo =$

Generación, Transmisión y Distribución.

$$a_i := 41 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 41m, 10 oscilaciones

	Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
	0	514.98	7.47	0.076	11.39
	2	498.18	7.22	0.079	11.58
	4	481.52	6.98	0.081	11.78
	6	464.99	6.74	0.084	11.99
	8	448.62	6.5	0.087	12.2
	10	432.43	6.27	0.09	12.43
	12	416.44	6.04	0.094	12.66
	14	400.67	5.81	0.098	12.91
	16	385.14	5.58	0.102	13.17
	18	369.89	5.36	0.106	13.44
	20	354.94	5.15	0.11	13.72
$t_f =$	22	340.34	4.93	0.115	14.01
	24	326.1	4.73	0.12	14.31
	26	312.27	4.53	0.125	14.63
	28	298.87	4.33	0.131	14.95
	30	285.96	4.15	0.137	15.28
	32	273.54	3.97	0.143	15.63
	34	261.66	3.79	0.15	15.98
	36	250.33	3.63	0.156	16.33
	38	239.56	3.47	0.163	16.7
	40	229.38	3.33	0.171	17.06
	42	219.77	3.19	0.178	17.43
	44	210.74	3.06	0.186	17.8
	46	202.27	2.93	0.193	18.17