

Información Técnica

Diseño de Soportación



Sistema de Instalación MQ
Información Técnica. Tablas de Selección
Software Técnico Instalación

Sistema de Instalación MQ



Características Mecánicas Carriles MQ

Fórmulas de Cálculo Carriles MQ

Tablas/Gráficos de Selección de Carriles MQ

Ejemplo de Cálculo

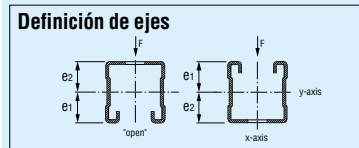
Cargas de Pandeo Carriles MQ

Fórmulas de Cálculo Soportes MQ

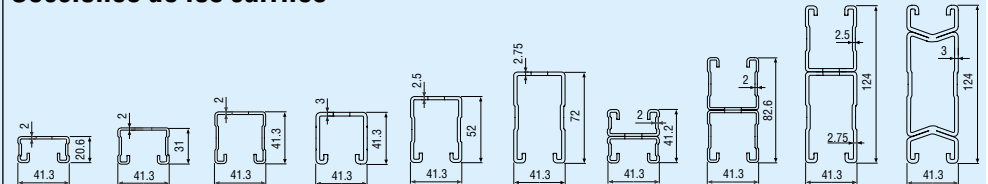
Tablas de Selección Soportes MQ

Propiedades de la sección.

Datos técnicos



Secciones de los carriles



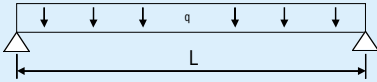
		MQ-21	MQ-31	MQ-41	MQ-41/3	MQ-52	MQ-72	MQ-21 D	MQ-41 D	MQ-52-72 D	MQ-124X D
Espesor	t [mm]	2.0	2.0	2.0	3.0	2.5	2.75	2.0	2.0	2.5/2.75	3.0
Area de la sección	A [mm ²]	165.3	204.9	245.1	348.4	352.1	492.8	330.6	490.3	844.9	1237.2
Peso del carril	[kg/m]	1.44	1.76	2.08	2.91	2.94	4.10	2.90	4.19	7.08	9.84
Longitudes disponibles	[m]	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	6
Propiedades mecánicas del material											
Límite elástico	f _{y,k} [N/mm ²]	290.0	280.0	270.0	290.0	280.0	270.0	290.0	270.0	270.0	250.0
Tensión normal admisible	σ _{zul} [N/mm ²]	188.3	181.8	175.3	188.3	181.8	175.3	188.3	175.3	175.3	162.3
Tensión tangencial admisible	τ _{max} [N/mm ²]	108.7	105.0	101.2	108.7	105.0	101.2	108.7	101.2	101.2	93.7
Módulo de elasticidad	[N/mm ²]	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Módulo de elasticidad transversal	[N/mm ²]	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Acabado superficial											
Galvanizado sendzimir		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Propiedades estáticas de la sección											
eje-y											
Eje de gravedad "abierto"	e ₁ [mm]	10.84	16.01	21.13	21.52	26.67	36.79	20.60	41.30	62.02	62.00
Eje de gravedad	e ₂ [mm]	-9.76	-14.99	-20.17	-19.78	-25.33	-35.22	-20.60	-41.30	-61.99	-62.00
Momento de inercia	I _y [cm ⁴]	0.2	2.60	5.37	7.02	11.41	28.70	4.98	30.69	115.41	188.04
Módulo resistente "abierto"	W _{y1} [cm ³]	0.85	1.62	2.54	3.26	4.28	7.80	2.42	7.43	18.61	30.33
Módulo resistente	W _{y2} [cm ³]	0.94	1.73	2.66	3.55	4.50	8.15	2.42	7.43	18.62	30.33
Radio de giro	i _y [cm]	0.74	1.13	1.48	1.42	1.80	2.41	1.23	2.50	3.70	3.90
Momento admisible ¹⁾	M _y [Nm]	159	295	446	614	778	1368	455	1303	3263	4923
Momento estático	S _{y max.} [cm ³]	0.57	1.06	1.65	2.23	2.84	5.27	1.61	4.94	13.18	22.08
eje-z											
Momento de inercia	I _z [cm ⁴]	4.39	5.83	7.33	10.44	10.79	15.40	8.78	14.67	26.13	31.62
Módulo resistente	W _z [cm ³]	2.13	2.82	3.55	5.06	5.23	7.46	4.25	7.10	12.65	15.31
Radio de giro	i _z [cm]	1.63	1.69	1.73	1.73	1.75	1.77	1.63	1.73	1.76	1.60
Momento estático	S _{z max.} [cm ³]	1.31	1.69	2.08	2.96	3.03	4.30	2.63	4.16	7.33	9.28

¹⁾ Momento admisible m_y = σ_{perm.} · min. (W_{y1}, W_{y2})

Fórmulas de cálculo. Carril biapoyado.

Tipo de carga 1:

Carril con carga uniformemente repartida a lo largo de la longitud del carril L



$$M_{\max} = \frac{q * L^2}{8} = \sigma_{perm.} * W$$

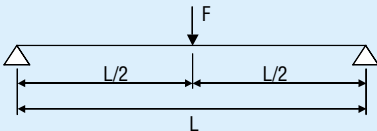
$$q = \frac{8 * \sigma_{perm.} * W}{L^2}$$

$$f_{\max} = \frac{5}{384} * \frac{q * L^4}{E * I}$$

$$q = \frac{384}{5} * \frac{E * I * f_{\max}}{L^4}$$

Tipo de carga 2:

Carril con una carga puntual aplicada en la mitad del tramo L/2



$$M_{\max} = \frac{F * L}{4} = \sigma_{perm.} * W$$

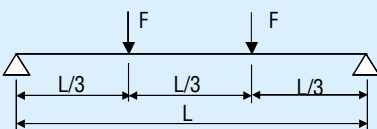
$$F = \frac{4 * \sigma_{perm.} * W}{L}$$

$$f_{\max} = \frac{1}{48} * \frac{F * L^3}{E * I}$$

$$F = 48 * \frac{E * I * f_{\max}}{L^3}$$

Tipo de carga 3:

Carril con dos cargas puntuales cada una a L/3



$$M_{\max} = \frac{F * L}{3} = \sigma_{perm.} * W$$

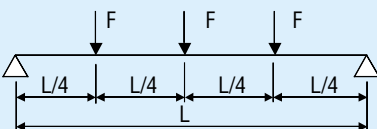
$$F = \frac{3 * \sigma_{perm.} * W}{L}$$

$$f_{\max} = \frac{23}{648} * \frac{F * L^3}{E * I}$$

$$F = \frac{648}{23} * \frac{E * I * f_{\max}}{L^3}$$

Tipo de carga 4:

Carril con tres cargas puntuales cada una a L/4



$$M_{\max} = \frac{F * L}{2} = \sigma_{perm.} * W$$

$$F = \frac{2 * \sigma_{perm.} * W}{L}$$

$$f_{\max} = 0.04948 * \frac{F * L^3}{E * I}$$

$$F = \frac{1}{0.04948} * \frac{E * I * f_{\max}}{L^3}$$

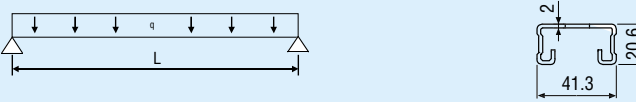
M = momento flector	(kNcm)	E = módulo de elasticidad	(kN/cm ²)
F = carga puntual	(kN)	I = momento de inercia	(cm ⁴)
q = carga uniformemente distribuida	(kN/cm)	W = módulo resistente	(cm ³)
L = longitud de carril	(cm)	f = flecha	(cm)
σ = tensión normal admisible del acero	(kN/cm ²)		

Carril MQ-21: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para $\sigma_{perm.}$ incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

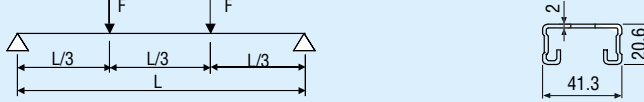
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	20.38	5.10	0.5	—	—	—	—
50	5.09	2.54	2.2	—	—	1.97	1.7
75	2.25	1.69	4.8	1.30	3.8	0.87	2.5
100	1.26	1.26	8.6	0.73	5.0	0.48	3.3
125	0.80	1.00	13.5	0.46	6.3	0.30	4.2
150	0.55	0.83	19.4	0.31	7.5	0.20	5.0
175	0.40	0.70	26.4	0.22	8.8	0.14	5.8
200	0.30	0.61	34.5	0.16	10.0	0.09	6.7
225	0.24	0.53	43.6	0.11	11.3	0.07	7.5
250	0.19	0.47	53.9	0.08	12.5	0.04	8.3
275	0.15	0.42	65.2	0.06	13.8	0.03	9.2
300	0.13	0.38	77.6	0.04	15.0	0.01	10.0
325	0.11	0.35	91.0	0.02	16.3	—	—
350	—	—	—	—	—	—	—
375	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	—	—	—	—
425	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Dos cargas puntuales en L/3

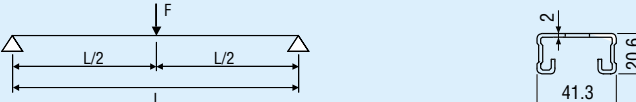
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	1.89	0.5	—	—	—	—
50	—	0.95	2.2	—	—	0.72	1.7
75	—	0.63	4.9	0.48	3.8	0.32	2.5
100	—	0.47	8.8	0.27	5.0	0.18	3.3
125	—	0.38	13.8	0.17	6.3	0.11	4.2
150	—	0.31	19.8	0.11	7.5	0.07	5.0
175	—	0.26	26.9	0.08	8.8	0.05	5.8
200	—	0.23	35.2	0.06	10.0	0.03	6.7
225	—	0.20	44.5	0.04	11.3	0.02	7.5
250	—	0.18	55.0	0.03	12.5	0.02	8.3
275	—	0.16	66.5	0.02	13.8	—	—
300	—	0.14	79.1	0.01	15.0	—	—
325	—	0.13	92.8	—	—	—	—
350	—	—	—	—	—	—	—
375	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	—	—	—	—
425	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carga puntual a mitad del tramo L/2

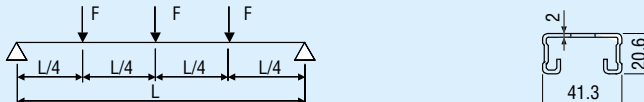
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	2.53	0.4	—	—	—	—
50	—	1.27	1.7	—	—	1.23	1.7
75	—	0.84	3.9	0.82	3.8	0.54	2.5
100	—	0.63	6.9	0.45	5.0	0.30	3.3
125	—	0.50	10.8	0.28	6.3	0.19	4.2
150	—	0.41	15.6	0.19	7.5	0.12	5.0
175	—	0.35	21.3	0.14	8.8	0.08	5.8
200	—	0.30	27.9	0.10	10.0	0.06	6.7
225	—	0.27	35.4	0.07	11.3	0.04	7.5
250	—	0.24	43.8	0.05	12.5	0.03	8.3
275	—	0.21	53.2	0.04	13.8	0.02	9.2
300	—	0.19	63.6	0.02	15.0	—	—
325	—	0.17	75.0	0.01	16.3	—	—
350	—	0.16	87.4	—	—	—	—
375	—	0.14	100.8	—	—	—	—
400	—	—	—	—	—	—	—
425	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje



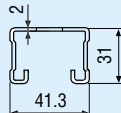
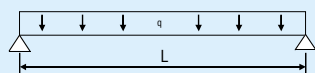
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	1.26	0.5	—	—	—	—
50	—	0.63	2.0	—	—	0.52	1.7
75	—	0.42	4.6	0.34	3.8	0.23	2.5
100	—	0.31	8.2	0.19	5.0	0.13	3.3
125	—	0.25	12.8	0.12	6.3	0.08	4.2
150	—	0.21	18.4	0.08	7.5	0.05	5.0
175	—	0.18	25.1	0.06	8.8	0.04	5.8
200	—	0.15	32.8	0.04	10.0	0.02	6.7
225	—	0.13	41.6	0.03	11.3	0.02	7.5
250	—	0.12	51.3	0.02	12.5	0.01	8.3
275	—	0.11	62.2	0.02	13.8	—	—
300	—	0.10	74.1	0.01	15.0	—	—
325	—	0.09	87.0	—	—	—	—
350	—	—	—	—	—	—	—
375	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	—	—	—	—
425	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carril MQ-31: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para $\sigma_{perm.}$ incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

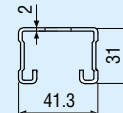
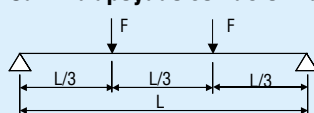
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	37.72	9.43	0.4	—	—	—	—
50	9.42	4.71	1.4	—	—	—	—
75	4.18	3.13	3.2	—	—	2.47	2.5
100	2.34	2.34	5.6	2.08	5.0	1.38	3.3
125	1.49	1.87	8.8	1.32	6.3	0.87	4.2
150	1.03	1.55	12.7	0.90	7.5	0.59	5.0
175	0.75	1.32	17.3	0.65	8.8	0.43	5.8
200	0.57	1.14	22.5	0.49	10.0	0.31	6.7
225	0.45	1.01	28.5	0.37	11.3	0.24	7.5
250	0.36	0.90	35.2	0.29	12.5	0.18	8.3
275	0.29	0.81	42.6	0.23	13.8	0.14	9.2
300	0.24	0.73	50.7	0.18	15.0	0.10	10.0
325	0.21	0.67	59.5	0.14	16.3	0.07	10.8
350	0.17	0.61	69.0	0.11	17.5	0.05	11.7
375	0.15	0.56	79.2	0.08	18.8	0.03	12.5
400	0.13	0.52	90.1	0.06	20.0	0.02	13.3
425	0.11	0.48	101.7	0.04	21.3	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Dos cargas puntuales en L/3

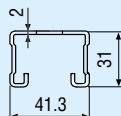
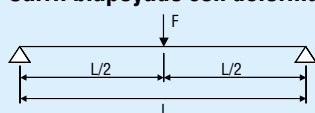
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	3.48	0.4	—	—	—	—
50	—	1.76	1.4	—	—	—	—
75	—	1.17	3.2	—	—	0.91	2.5
100	—	0.88	5.8	0.76	5.0	0.51	3.3
125	—	0.70	9.0	0.48	6.3	0.32	4.2
150	—	0.58	12.9	0.33	7.5	0.22	5.0
175	—	0.49	17.6	0.24	8.8	0.16	5.8
200	—	0.43	23.0	0.18	10.0	0.12	6.7
225	—	0.38	29.1	0.14	11.3	0.09	7.5
250	—	0.34	35.9	0.11	12.5	0.07	8.3
275	—	0.30	43.5	0.08	13.8	0.05	9.2
300	—	0.28	51.7	0.07	15.0	0.04	10.0
325	—	0.25	60.7	0.05	16.3	0.03	10.8
350	—	0.23	70.4	0.04	17.5	0.02	11.7
375	—	0.21	80.8	0.03	18.8	0.01	12.5
400	—	0.19	91.9	0.02	20.0	—	—
425	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carga puntual a mitad del tramo L/2

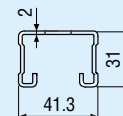
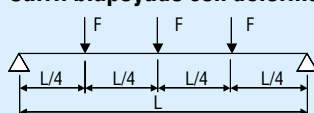
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	4.68	0.3	—	—	—	—
50	—	2.35	1.1	—	—	—	—
75	—	1.56	2.5	—	—	1.54	2.5
100	—	1.17	4.5	—	—	0.86	3.3
125	—	0.93	7.1	0.82	6.3	0.54	4.2
150	—	0.77	10.2	0.57	7.5	0.37	5.0
175	—	0.66	13.9	0.41	8.8	0.27	5.8
200	—	0.57	18.2	0.31	10.0	0.20	6.7
225	—	0.50	23.0	0.23	11.3	0.15	7.5
250	—	0.45	28.5	0.18	12.5	0.11	8.3
275	—	0.40	34.6	0.14	13.8	0.09	9.2
300	—	0.37	41.2	0.11	15.0	0.06	10.0
325	—	0.33	48.5	0.09	16.3	0.05	10.8
350	—	0.31	56.5	0.07	17.5	0.03	11.7
375	—	0.28	65.0	0.05	18.8	0.02	12.5
400	—	0.26	74.3	0.04	20.0	0.01	13.3
425	—	0.24	84.1	0.03	21.3	—	—
450	—	0.22	94.7	0.02	22.5	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje



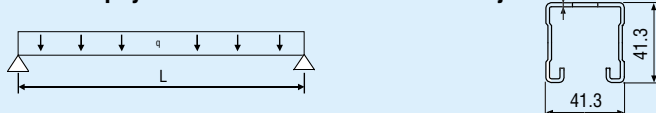
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	2.32	0.3	—	—	—	—
50	—	1.17	1.3	—	—	—	—
75	—	0.78	3.0	—	—	0.65	2.5
100	—	0.58	5.3	0.55	5.0	0.36	3.3
125	—	0.47	8.4	0.35	6.3	0.23	4.2
150	—	0.39	12.0	0.24	7.5	0.16	5.0
175	—	0.33	16.4	0.17	8.8	0.11	5.8
200	—	0.29	21.4	0.13	10.0	0.08	6.7
225	—	0.25	27.1	0.10	11.3	0.06	7.5
250	—	0.22	33.5	0.08	12.5	0.05	8.3
275	—	0.20	40.6	0.06	13.8	0.04	9.2
300	—	0.18	48.3	0.05	15.0	0.03	10.0
325	—	0.17	56.8	0.04	16.3	0.02	10.8
350	—	0.15	65.9	0.03	17.5	0.01	11.7
375	—	0.14	75.7	0.02	18.8	—	—
400	—	0.13	86.2	0.02	20.0	—	—
425	—	0.12	97.3	0.01	21.3	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carril MQ-41: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para $\sigma_{perm.}$ incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

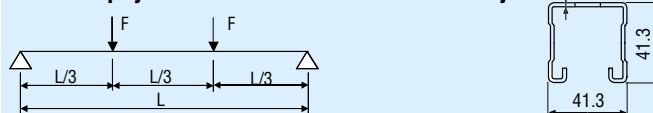
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	57.06	14.26	0.3	—	—	—	—
50	14.25	7.12	1.0	—	—	—	—
75	6.32	4.74	2.3	—	—	—	—
100	3.55	3.55	4.1	—	—	2.87	3.3
125	2.26	2.83	6.4	2.75	6.3	1.82	4.2
150	1.56	2.35	9.3	1.89	7.5	1.25	5.0
175	1.14	2.00	12.6	1.38	8.8	0.91	5.8
200	0.87	1.74	16.5	1.04	10.0	0.68	6.7
225	0.68	1.54	20.8	0.81	11.3	0.52	7.5
250	0.55	1.37	25.7	0.64	12.5	0.41	8.3
275	0.45	1.24	31.1	0.52	13.8	0.32	9.2
300	0.38	1.13	37.0	0.42	15.0	0.26	10.0
325	0.32	1.03	43.5	0.34	16.3	0.21	10.8
350	0.27	0.95	50.4	0.28	17.5	0.16	11.7
375	0.23	0.87	57.9	0.23	18.8	0.13	12.5
400	0.20	0.81	65.9	0.19	20.0	0.10	13.3
425	0.18	0.75	74.3	0.15	21.3	0.07	14.2
450	0.16	0.70	83.3	0.12	22.5	0.05	15.0
475	0.14	0.65	92.9	0.09	23.8	0.03	15.8
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Dos cargas puntuales en L/3

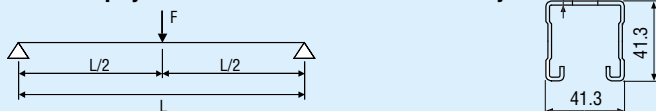
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	5.26	0.3	—	—	—	—
50	—	2.66	1.0	—	—	—	—
75	—	1.77	2.4	—	—	—	—
100	—	1.33	4.2	—	—	1.05	3.3
125	—	1.06	6.6	1.01	6.3	0.67	4.2
150	—	0.88	9.5	0.70	7.5	0.46	5.0
175	—	0.75	12.9	0.51	8.8	0.33	5.8
200	—	0.65	16.8	0.38	10.0	0.25	6.7
225	—	0.58	21.3	0.30	11.3	0.19	7.5
250	—	0.52	26.3	0.24	12.5	0.15	8.3
275	—	0.46	31.8	0.19	13.8	0.12	9.2
300	—	0.42	37.8	0.15	15.0	0.09	10.0
325	—	0.39	44.4	0.13	16.3	0.08	10.8
350	—	0.35	51.5	0.10	17.5	0.06	11.7
375	—	0.33	59.1	0.08	18.8	0.05	12.5
400	—	0.30	67.2	0.07	20.0	0.04	13.3
425	—	0.28	75.8	0.06	21.3	0.03	14.2
450	—	0.26	85.0	0.04	22.5	0.02	15.0
475	—	0.24	94.7	0.03	23.8	0.01	15.8
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carga puntual a mitad del tramo L/2

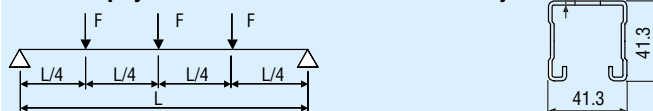
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	7.08	0.2	—	—	—	—
50	—	3.56	0.8	—	—	—	—
75	—	2.37	1.9	—	—	—	—
100	—	1.77	3.3	—	—	—	—
125	—	1.41	5.2	—	—	1.14	4.2
150	—	1.17	7.4	—	—	0.78	5.0
175	—	1.00	10.1	0.86	8.8	0.57	5.8
200	—	0.87	13.2	0.65	10.0	0.43	6.7
225	—	0.77	16.8	0.51	11.3	0.33	7.5
250	—	0.69	20.8	0.40	12.5	0.26	8.3
275	—	0.62	25.2	0.32	13.8	0.20	9.2
300	—	0.56	30.0	0.26	15.0	0.16	10.0
325	—	0.52	35.3	0.21	16.3	0.13	10.8
350	—	0.47	41.1	0.18	17.5	0.10	11.7
375	—	0.44	47.3	0.14	18.8	0.08	12.5
400	—	0.40	53.9	0.12	20.0	0.06	13.3
425	—	0.38	61.0	0.09	21.3	0.04	14.2
450	—	0.35	68.6	0.08	22.5	0.03	15.0
475	—	0.33	76.7	0.06	23.8	0.02	15.8
500	—	0.30	85.3	0.04	25.0	—	—
525	—	0.29	94.4	0.03	26.3	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje



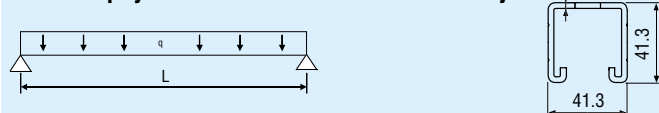
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	3.51	0.2	—	—	—	—
50	—	1.77	1.0	—	—	—	—
75	—	1.18	2.2	—	—	—	—
100	—	0.89	3.9	—	—	0.75	3.3
125	—	0.71	6.1	—	—	0.48	4.2
150	—	0.59	8.8	0.50	7.5	0.33	5.0
175	—	0.50	12.0	0.36	8.8	0.24	5.8
200	—	0.44	15.7	0.27	10.0	0.18	6.7
225	—	0.38	19.8	0.21	11.3	0.14	7.5
250	—	0.34	24.5	0.17	12.5	0.11	8.3
275	—	0.31	29.6	0.14	13.8	0.09	9.2
300	—	0.28	35.3	0.11	15.0	0.07	10.0
325	—	0.26	41.4	0.09	16.3	0.05	10.8
350	—	0.24	48.1	0.07	17.5	0.04	11.7
375	—	0.22	55.2	0.06	18.8	0.03	12.5
400	—	0.20	62.9	0.05	20.0	0.03	13.3
425	—	0.19	71.0	0.04	21.3	0.02	14.2
450	—	0.17	79.7	0.03	22.5	0.01	15.0
475	—	0.16	88.8	0.02	23.8	—	—
500	—	0.15	98.5	0.02	25.0	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carril MQ-41/3: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para σ_{perm} . incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

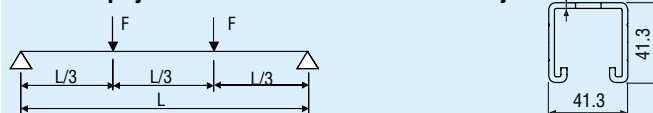
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25	78.56	19.64	0.3	—	—	—	—
50	19.62	9.81	1.1	—	—	—	—
75	8.70	6.53	2.4	—	—	—	—
100	4.88	4.88	4.3	—	—	3.74	3.3
125	3.11	3.89	6.8	3.59	6.3	2.38	4.2
150	2.15	3.23	9.8	2.47	7.5	1.63	5.0
175	1.57	2.76	13.3	1.80	8.8	1.18	5.8
200	1.20	2.40	17.4	1.36	10.0	0.88	6.7
225	0.94	2.12	22.0	1.05	11.3	0.68	7.5
250	0.76	1.89	27.1	0.83	12.5	0.53	8.3
275	0.62	1.71	32.8	0.67	13.8	0.42	9.2
300	0.52	1.55	39.1	0.54	15.0	0.33	10.0
325	0.44	1.42	45.8	0.44	16.3	0.26	10.8
350	0.37	1.30	53.2	0.36	17.5	0.21	11.7
375	0.32	1.20	61.0	0.29	18.8	0.16	12.5
400	0.28	1.11	69.4	0.24	20.0	0.12	13.3
425	0.24	1.03	78.4	0.19	21.3	0.09	14.2
450	0.21	0.96	87.9	0.15	22.5	0.06	15.0
475	0.19	0.90	97.9	0.11	23.8	0.03	15.8
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Dos cargas puntuales en L/3

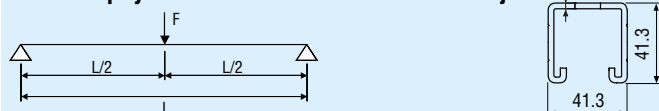
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25	—	7.29	0.3	—	—	—	—
50	—	3.67	1.1	—	—	—	—
75	—	2.45	2.5	—	—	—	—
100	—	1.83	4.4	—	—	1.37	3.3
125	—	1.46	6.9	1.32	6.3	0.87	4.2
150	—	1.21	10.0	0.91	7.5	0.60	5.0
175	—	1.03	13.6	0.66	8.8	0.43	5.8
200	—	0.90	17.7	0.50	10.0	0.32	6.7
225	—	0.79	22.4	0.39	11.3	0.25	7.5
250	—	0.71	27.7	0.31	12.5	0.19	8.3
275	—	0.64	33.5	0.25	13.8	0.15	9.2
300	—	0.58	39.9	0.20	15.0	0.12	10.0
325	—	0.53	46.8	0.16	16.3	0.10	10.8
350	—	0.49	54.3	0.13	17.5	0.08	11.7
375	—	0.45	62.3	0.11	18.8	0.06	12.5
400	—	0.42	70.8	0.09	20.0	0.04	13.3
425	—	0.39	80.0	0.07	21.3	0.03	14.2
450	—	0.36	89.6	0.05	22.5	0.02	15.0
475	—	0.34	99.8	0.04	23.8	0.01	15.8
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carga puntual a mitad del tramo L/2

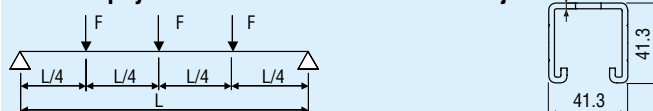
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25	—	9.78	0.2	—	—	—	—
50	—	4.90	0.9	—	—	—	—
75	—	3.26	2.0	—	—	—	—
100	—	2.44	3.5	—	—	2.34	3.3
125	—	1.95	5.4	—	—	1.49	4.2
150	—	1.62	7.8	1.54	7.5	1.02	5.0
175	—	1.38	10.7	1.12	8.8	0.74	5.8
200	—	1.20	14.0	0.85	10.0	0.55	6.7
225	—	1.06	17.7	0.66	11.3	0.42	7.5
250	—	0.95	21.9	0.52	12.5	0.33	8.3
275	—	0.85	26.6	0.42	13.8	0.26	9.2
300	—	0.78	31.7	0.34	15.0	0.21	10.0
325	—	0.71	37.3	0.28	16.3	0.16	10.8
350	—	0.65	43.3	0.23	17.5	0.13	11.7
375	—	0.60	49.8	0.18	18.8	0.10	12.5
400	—	0.56	56.9	0.15	20.0	0.07	13.3
425	—	0.52	64.4	0.12	21.3	0.05	14.2
450	—	0.48	72.4	0.09	22.5	0.03	15.0
475	—	0.45	81.0	0.07	23.8	0.02	15.8
500	—	0.42	90.0	0.05	25.0	—	—
525	—	0.39	99.6	0.03	26.3	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje



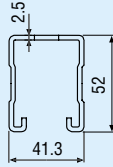
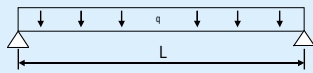
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25	—	4.86	0.3	—	—	—	—
50	—	2.45	1.0	—	—	—	—
75	—	1.63	2.3	—	—	—	—
100	—	1.22	4.1	—	—	0.99	3.3
125	—	0.97	6.4	0.94	6.3	0.63	4.2
150	—	0.81	9.3	0.65	7.5	0.43	5.0
175	—	0.69	12.6	0.47	8.8	0.31	5.8
200	—	0.60	16.5	0.36	10.0	0.23	6.7
225	—	0.53	20.9	0.28	11.3	0.18	7.5
250	—	0.47	25.8	0.22	12.5	0.14	8.3
275	—	0.43	31.3	0.18	13.8	0.11	9.2
300	—	0.39	37.2	0.14	15.0	0.09	10.0
325	—	0.35	43.7	0.12	16.3	0.07	10.8
350	—	0.33	50.7	0.09	17.5	0.05	11.7
375	—	0.30	58.2	0.08	18.8	0.04	12.5
400	—	0.28	66.3	0.06	20.0	0.03	13.3
425	—	0.26	74.9	0.05	21.3	0.02	14.2
450	—	0.24	84.0	0.04	22.5	0.01	15.0
475	—	0.22	93.7	0.03	23.8	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carril MQ-52: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para $\sigma_{perm.}$ incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

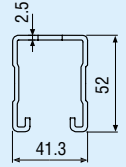
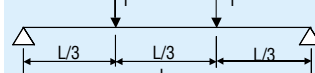
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₁ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₂ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}
25	99.50	24.88	0.2	—	—	—	—
50	24.85	12.43	0.8	—	—	—	—
75	11.03	8.27	1.9	—	—	—	—
100	6.19	6.19	3.4	—	—	6.10	3.3
125	3.95	4.94	5.3	—	—	3.89	4.2
150	2.74	4.10	7.6	4.04	7.5	2.68	5.0
175	2.00	3.50	10.4	2.95	8.8	1.95	5.8
200	1.53	3.05	13.5	2.24	10.0	1.47	6.7
225	1.20	2.70	17.1	1.75	11.3	1.15	7.5
250	0.97	2.41	21.1	1.40	12.5	0.91	8.3
275	0.79	2.18	25.6	1.14	13.8	0.73	9.2
300	0.66	1.99	30.4	0.93	15.0	0.59	10.0
325	0.56	1.82	35.7	0.78	16.3	0.48	10.8
350	0.48	1.67	41.4	0.65	17.5	0.40	11.7
375	0.41	1.55	47.6	0.54	18.8	0.33	12.5
400	0.36	1.44	54.1	0.46	20.0	0.27	13.3
425	0.31	1.34	61.1	0.38	21.3	0.21	14.2
450	0.28	1.25	68.5	0.32	22.5	0.17	15.0
475	0.25	1.17	76.3	0.27	23.8	0.13	15.8
500	0.22	1.10	84.5	0.22	25.0	0.10	16.7
525	0.20	1.03	93.2	0.18	26.3	0.07	17.5
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Dos cargas puntuales en L/3

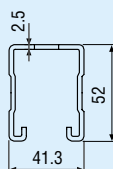
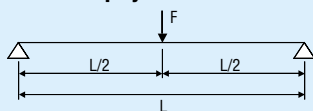
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₁ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₂ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}
25	—	9.20	0.2	—	—	—	—
50	—	4.64	0.9	—	—	—	—
75	—	3.10	1.9	—	—	—	—
100	—	2.32	3.5	—	—	2.24	3.3
125	—	1.85	5.4	—	—	1.43	4.2
150	—	1.54	7.8	1.48	7.5	0.98	5.0
175	—	1.31	10.6	1.08	8.8	0.72	5.8
200	—	1.14	13.8	0.82	10.0	0.54	6.7
225	—	1.01	17.5	0.64	11.3	0.42	7.5
250	—	0.91	21.6	0.51	12.5	0.33	8.3
275	—	0.82	26.1	0.42	13.8	0.27	9.2
300	—	0.74	31.1	0.34	15.0	0.22	10.0
325	—	0.68	36.5	0.28	16.3	0.18	10.8
350	—	0.63	42.3	0.24	17.5	0.15	11.7
375	—	0.58	48.5	0.20	18.8	0.12	12.5
400	—	0.54	55.2	0.17	20.0	0.10	13.3
425	—	0.50	62.3	0.14	21.3	0.08	14.2
450	—	0.47	69.9	0.12	22.5	0.06	15.0
475	—	0.44	77.8	0.10	23.8	0.05	15.8
500	—	0.41	86.2	0.08	25.0	0.04	16.7
525	—	0.39	95.0	0.07	26.3	0.02	17.5
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carga puntual a mitad del tramo L/2

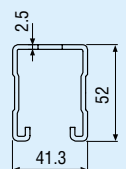
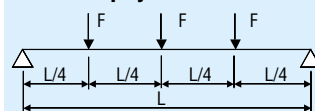
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₁ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₂ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}
25	—	12.36	0.2	—	—	—	—
50	—	6.20	0.7	—	—	—	—
75	—	4.13	1.5	—	—	—	—
100	—	3.09	2.7	—	—	—	—
125	—	2.47	4.2	—	—	2.43	4.2
150	—	2.05	6.1	—	—	1.68	5.0
175	—	1.75	8.3	—	—	1.22	5.8
200	—	1.53	10.9	1.40	10.0	0.92	6.7
225	—	1.35	13.8	1.09	11.3	0.72	7.5
250	—	1.21	17.0	0.87	12.5	0.57	8.3
275	—	1.09	20.6	0.71	13.8	0.46	9.2
300	—	0.99	24.6	0.58	15.0	0.37	10.0
325	—	0.91	28.9	0.48	16.3	0.30	10.8
350	—	0.84	33.6	0.40	17.5	0.25	11.7
375	—	0.77	38.7	0.34	18.8	0.20	12.5
400	—	0.72	44.1	0.29	20.0	0.17	13.3
425	—	0.67	49.9	0.24	21.3	0.13	14.2
450	—	0.63	56.1	0.20	22.5	0.11	15.0
475	—	0.58	62.7	0.17	23.8	0.08	15.8
500	—	0.55	69.6	0.14	25.0	0.06	16.7
525	—	0.52	77.0	0.11	26.3	0.04	17.5
550	—	0.48	84.8	0.09	27.5	0.03	18.3
575	—	0.46	92.9	0.07	28.8	0.01	19.2
600	—	—	—	—	—	—	—

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje

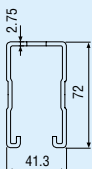
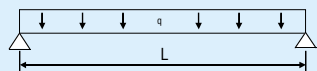


Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₁ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}	F ₂ (kN)	f (mm) ≤ σ _{perm.}
25	—	6.13	0.2	—	—	—	—
50	—	3.10	0.8	—	—	—	—
75	—	2.06	1.8	—	—	—	—
100	—	1.55	3.2	—	—	—	—
125	—	1.23	5.0	—	—	1.02	4.2
150	—	1.03	7.2	—	—	0.71	5.0
175	—	0.88	9.8	0.78	8.8	0.51	5.8
200	—	0.76	12.9	0.59	10.0	0.39	6.7
225	—	0.67	16.3	0.46	11.3	0.30	7.5
250	—	0.60	20.1	0.37	12.5	0.24	8.3
275	—	0.55	24.3	0.30	13.8	0.19	9.2
300	—	0.50	29.0	0.25	15.0	0.16	10.0
325	—	0.45	34.0	0.20	16.3	0.13	10.8
350	—	0.42	39.5	0.17	17.5	0.10	11.7
375	—	0.39	45.3	0.14	18.8	0.09	12.5
400	—	0.36	51.6	0.12	20.0	0.07	13.3
425	—	0.33	58.3	0.10	21.3	0.06	14.2
450	—	0.31	65.4	0.08	22.5	0.04	15.0
475	—	0.29	72.9	0.07	23.8	0.03	15.8
500	—	0.27	80.8	0.06	25.0	0.03	16.7
525	—	0.26	89.2	0.05	26.3	0.02	17.5
550	—	0.24	97.9	0.04	27.5	0.01	18.3
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carril MQ-72: Cargas admisibles.

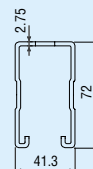
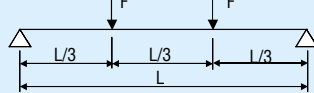
F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para σ_{perm} . incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida Carril biapoyado con deformación en un solo eje



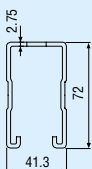
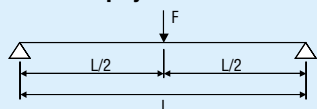
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25	175.02	43.75	0.1	—	—	—	—
50	43.72	21.86	0.6	—	—	—	—
75	19.41	14.56	1.3	—	—	—	—
100	10.90	10.90	2.4	—	—	—	—
125	6.96	8.70	3.7	—	—	—	—
150	4.82	7.23	5.3	—	—	6.79	5.0
175	3.53	6.18	7.2	—	—	4.97	5.8
200	2.69	5.39	9.5	—	—	3.77	6.7
225	2.12	4.77	12.0	4.48	11.3	2.95	7.5
250	1.71	4.27	14.8	3.60	12.5	2.37	8.3
275	1.41	3.87	17.9	2.95	13.8	1.93	9.2
300	1.17	3.52	21.3	2.45	15.0	1.59	10.0
325	0.99	3.23	25.0	2.06	16.3	1.33	10.8
350	0.85	2.98	29.0	1.75	17.5	1.12	11.7
375	0.74	2.76	33.2	1.49	18.8	0.94	12.5
400	0.64	2.57	37.8	1.28	20.0	0.80	13.3
425	0.56	2.40	42.7	1.11	21.3	0.68	14.2
450	0.50	2.25	47.9	0.96	22.5	0.58	15.0
475	0.44	2.11	53.3	0.83	23.8	0.49	15.8
500	0.40	1.98	59.1	0.72	25.0	0.41	16.7
525	0.36	1.87	65.2	0.62	26.3	0.34	17.5
550	0.32	1.76	71.5	0.54	27.5	0.28	18.3
575	0.29	1.67	78.2	0.46	28.8	0.23	19.2
600	0.26	1.58	85.1	0.40	30.0	0.18	20.0

Dos cargas puntuales en L/3 Carril biapoyado con deformación en un solo eje



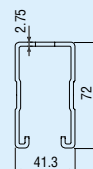
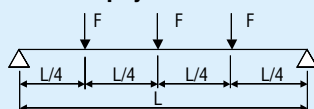
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		16.20	0.1	—	—	—	—
50		8.17	0.6	—	—	—	—
75		5.45	1.4	—	—	—	—
100		4.08	2.4	—	—	—	—
125		3.26	3.8	—	—	—	—
150		2.71	5.4	—	—	2.49	5.0
175		2.32	7.4	—	—	1.82	5.8
200		2.02	9.7	—	—	1.38	6.7
225		1.79	12.2	1.64	11.3	1.08	7.5
250		1.60	15.1	1.32	12.5	0.87	8.3
275		1.45	18.3	1.08	13.8	0.71	9.2
300		1.32	21.7	0.90	15.0	0.58	10.0
325		1.21	25.5	0.75	16.3	0.49	10.8
350		1.12	29.6	0.64	17.5	0.41	11.7
375		1.04	33.9	0.55	18.8	0.35	12.5
400		0.96	38.6	0.47	20.0	0.29	13.3
425		0.90	43.6	0.41	21.3	0.25	14.2
450		0.84	48.9	0.35	22.5	0.21	15.0
475		0.79	54.4	0.30	23.8	0.18	15.8
500		0.74	60.3	0.26	25.0	0.15	16.7
525		0.70	66.5	0.23	26.3	0.13	17.5
550		0.66	72.9	0.20	27.5	0.10	18.3
575		0.63	79.7	0.17	28.8	0.08	19.2
600		0.59	86.7	0.15	30.0	0.07	20.0

Carga puntual a mitad del tramo L/2 Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		21.75	0.1	—	—	—	—
50		10.92	0.5	—	—	—	—
75		7.27	1.1	—	—	—	—
100		5.45	1.9	—	—	—	—
125		4.35	3.0	—	—	—	—
150		3.62	4.3	—	—	—	—
175		3.09	5.8	—	—	—	—
200		2.69	7.6	—	—	2.36	6.7
225		2.39	9.6	—	—	1.85	7.5
250		2.14	11.9	—	—	1.48	8.3
275		1.93	14.4	1.84	13.8	1.20	9.2
300		1.76	17.2	1.53	15.0	0.99	10.0
325		1.62	20.2	1.29	16.3	0.83	10.8
350		1.49	23.4	1.09	17.5	0.70	11.7
375		1.38	26.9	0.93	18.8	0.59	12.5
400		1.29	30.7	0.80	20.0	0.50	13.3
425		1.20	34.7	0.69	21.3	0.42	14.2
450		1.12	39.0	0.60	22.5	0.36	15.0
475		1.05	43.6	0.52	23.8	0.31	15.8
500		0.99	48.4	0.45	25.0	0.26	16.7
525		0.93	53.5	0.39	26.3	0.22	17.5
550		0.88	58.8	0.34	27.5	0.18	18.3
575		0.83	64.5	0.29	28.8	0.14	19.2
600		0.79	70.4	0.25	30.0	0.11	20.0

Tres cargas puntuales en L/4 Carril biapoyado con deformación en un solo eje



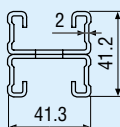
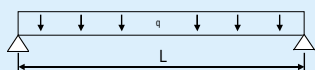
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		10.80	0.1	—	—	—	—
50		5.45	0.6	—	—	—	—
75		3.63	1.3	—	—	—	—
100		2.72	2.2	—	—	—	—
125		2.17	3.5	—	—	—	—
150		1.81	5.1	—	—	1.79	5.0
175		1.54	6.9	—	—	1.31	5.8
200		1.35	9.0	—	—	0.99	6.7
225		1.19	11.4	1.18	11.3	0.78	7.5
250		1.07	14.1	0.95	12.5	0.62	8.3
275		0.97	17.0	0.78	13.8	0.51	9.2
300		0.88	20.2	0.64	15.0	0.42	10.0
325		0.81	23.8	0.54	16.3	0.35	10.8
350		0.75	27.6	0.46	17.5	0.29	11.7
375		0.69	31.7	0.39	18.8	0.25	12.5
400		0.64	36.0	0.34	20.0	0.21	13.3
425		0.60	40.7	0.29	21.3	0.18	14.2
450		0.56	45.7	0.25	22.5	0.15	15.0
475		0.53	50.9	0.22	23.8	0.13	15.8
500		0.50	56.4	0.19	25.0	0.11	16.7
525		0.47	62.2	0.16	26.3	0.09	17.5
550		0.44	68.3	0.14	27.5	0.07	18.3
575		0.42	74.7	0.12	28.8	0.06	19.2
600		0.39	81.4	0.10	30.0	0.05	20.0

Carril MQ-21 D: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para $\sigma_{perm.}$ incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

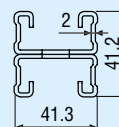
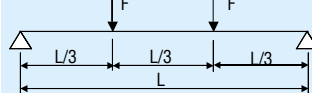
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	12.00	3.00	<0.1	—	—	—	—
50	6.00	3.00	0.5	—	—	—	—
75	4.00	3.00	1.6	—	—	—	—
100	3.00	3.00	3.8	—	—	2.65	3.3
125	2.30	2.88	7.1	2.53	6.3	1.68	4.2
150	1.59	2.39	10.2	1.74	7.5	1.15	5.0
175	1.16	2.03	13.9	1.26	8.8	0.82	5.8
200	0.88	1.76	18.1	0.95	10.0	0.61	6.7
225	0.69	1.55	23.0	0.73	11.3	0.46	7.5
250	0.55	1.38	28.3	0.57	12.5	0.36	8.3
275	0.45	1.24	34.3	0.45	13.8	0.27	9.2
300	0.38	1.13	40.8	0.36	15.0	0.21	10.0
325	0.32	1.03	47.9	0.29	16.3	0.16	10.8
350	0.27	0.94	55.5	0.23	17.5	0.12	11.7
375	0.23	0.86	63.8	0.18	18.8	0.08	12.5
400	0.20	0.79	72.6	0.13	20.0	0.05	13.3
425	0.17	0.73	81.9	0.10	21.3	0.02	14.2
450	0.15	0.68	91.8	0.07	22.5	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Dos cargas puntuales en L/3

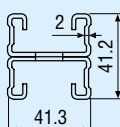
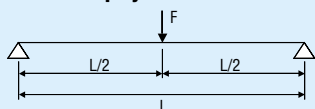
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	1.50	<0.1	—	—	—	—
50	—	1.50	0.6	—	—	—	—
75	—	1.50	2.2	—	—	—	—
100	—	1.35	4.6	—	—	0.97	3.3
125	—	1.08	7.2	0.93	6.3	0.62	4.2
150	—	0.89	10.4	0.64	7.5	0.42	5.0
175	—	0.76	14.2	0.46	8.8	0.30	5.8
200	—	0.66	18.5	0.35	10.0	0.22	6.7
225	—	0.58	23.4	0.27	11.3	0.17	7.5
250	—	0.52	28.9	0.21	12.5	0.13	8.3
275	—	0.47	35.0	0.17	13.8	0.10	9.2
300	—	0.42	41.6	0.13	15.0	0.08	10.0
325	—	0.38	48.9	0.10	16.3	0.06	10.8
350	—	0.35	56.7	0.08	17.5	0.04	11.7
375	—	0.32	65.0	0.06	18.8	0.03	12.5
400	—	0.30	74.0	0.05	20.0	0.02	13.3
425	—	0.28	83.5	0.04	21.3	—	—
450	—	0.25	93.5	0.02	22.5	—	—
475	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carga puntual a mitad del tramo L/2

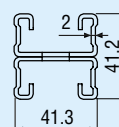
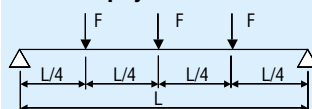
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	3.00	<0.1	—	—	—	—
50	—	3.00	0.7	—	—	—	—
75	—	2.42	2.0	—	—	—	—
100	—	1.81	3.6	—	—	1.66	3.3
125	—	1.44	5.7	—	—	1.05	4.2
150	—	1.19	8.2	1.09	7.5	0.72	5.0
175	—	1.02	11.2	0.79	8.8	0.51	5.8
200	—	0.88	14.6	0.59	10.0	0.38	6.7
225	—	0.78	18.5	0.46	11.3	0.29	7.5
250	—	0.69	23.0	0.36	12.5	0.22	8.3
275	—	0.62	27.8	0.28	13.8	0.17	9.2
300	—	0.56	33.2	0.22	15.0	0.13	10.0
325	—	0.51	39.1	0.18	16.3	0.10	10.8
350	—	0.47	45.5	0.14	17.5	0.07	11.7
375	—	0.43	52.4	0.11	18.8	0.05	12.5
400	—	0.40	59.9	0.08	20.0	0.03	13.3
425	—	0.37	67.9	0.06	21.3	0.02	14.2
450	—	0.34	76.4	0.04	22.5	—	—
475	—	0.31	85.5	0.03	23.8	—	—
500	—	0.29	95.2	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje



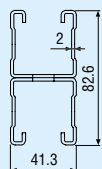
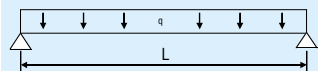
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	—	1.00	<0.1	—	—	—	—
50	—	1.00	0.6	—	—	—	—
75	—	1.00	2.0	—	—	—	—
100	—	0.90	4.3	—	—	0.70	3.3
125	—	0.72	6.7	0.67	6.3	0.44	4.2
150	—	0.60	9.7	0.46	7.5	0.30	5.0
175	—	0.51	13.2	0.33	8.8	0.22	5.8
200	—	0.44	17.3	0.25	10.0	0.16	6.7
225	—	0.39	21.8	0.19	11.3	0.12	7.5
250	—	0.35	27.0	0.15	12.5	0.09	8.3
275	—	0.31	32.7	0.12	13.8	0.07	9.2
300	—	0.28	38.9	0.09	15.0	0.06	10.0
325	—	0.26	45.7	0.08	16.3	0.04	10.8
350	—	0.23	53.0	0.06	17.5	0.03	11.7
375	—	0.22	60.9	0.05	18.8	0.02	12.5
400	—	0.20	69.4	0.04	20.0	0.01	13.3
425	—	0.18	78.4	0.03	21.3	—	—
450	—	0.17	88.0	0.02	22.5	—	—
475	—	0.16	98.1	0.01	23.8	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—
525	—	—	—	—	—	—	—
550	—	—	—	—	—	—	—
575	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—

Carril MQ-41 D: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para σ_{perm} . incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

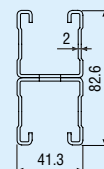
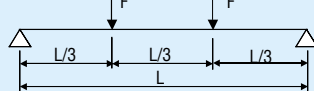
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25	24.00	6.00	<0.1	—	—	—	—
50	12.00	6.00	0.2	—	—	—	—
75	8.00	6.00	0.5	—	—	—	—
100	6.00	6.00	1.2	—	—	—	—
125	4.80	6.00	2.4	—	—	—	—
150	4.00	6.00	4.1	—	—	—	—
175	3.36	5.88	6.4	—	—	5.31	5.8
200	2.56	5.13	8.4	—	—	4.04	6.7
225	2.02	4.54	10.7	—	—	3.16	7.5
250	1.63	4.06	13.2	3.85	12.5	2.53	8.3
275	1.34	3.67	15.9	3.16	13.8	2.07	9.2
300	1.12	3.35	19.0	2.62	15.0	1.71	10.0
325	0.94	3.07	22.2	2.21	16.3	1.43	10.8
350	0.81	2.83	25.8	1.87	17.5	1.20	11.7
375	0.70	2.62	29.6	1.60	18.8	1.02	12.5
400	0.61	2.44	33.7	1.38	20.0	0.86	13.3
425	0.54	2.27	38.0	1.19	21.3	0.74	14.2
450	0.47	2.13	42.6	1.03	22.5	0.63	15.0
475	0.42	2.00	47.5	0.90	23.8	0.53	15.8
500	0.37	1.87	52.6	0.78	25.0	0.45	16.7
525	0.34	1.77	58.0	0.68	26.3	0.38	17.5
550	0.30	1.66	63.7	0.59	27.5	0.32	18.3
575	0.27	1.57	69.6	0.51	28.8	0.26	19.2
600	0.25	1.49	75.8	0.44	30.0	0.21	20.0

Dos cargas puntuales en L/3

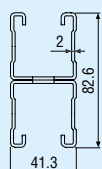
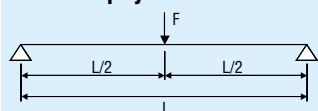
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		3.00	<0.1	—	—	—	—
50		3.00	0.2	—	—	—	—
75		3.00	0.7	—	—	—	—
100		3.00	1.7	—	—	—	—
125		3.00	3.2	—	—	—	—
150		2.58	4.8	—	—	—	—
175		2.20	6.6	—	—	1.95	5.8
200		1.92	8.6	—	—	1.48	6.7
225		1.70	10.9	—	—	1.16	7.5
250		1.52	13.4	1.41	12.5	0.93	8.3
275		1.38	16.3	1.16	13.8	0.76	9.2
300		1.26	19.4	0.96	15.0	0.63	10.0
325		1.15	22.7	0.81	16.3	0.52	10.8
350		1.06	26.3	0.69	17.5	0.44	11.7
375		0.98	30.2	0.59	18.8	0.37	12.5
400		0.91	34.4	0.51	20.0	0.32	13.3
425		0.85	38.8	0.44	21.3	0.27	14.2
450		0.80	43.5	0.38	22.5	0.23	15.0
475		0.75	48.5	0.33	23.8	0.20	15.8
500		0.70	53.7	0.29	25.0	0.17	16.7
525		0.66	59.2	0.25	26.3	0.14	17.5
550		0.62	64.9	0.22	27.5	0.12	18.3
575		0.59	71.0	0.19	28.8	0.09	19.2
600		0.56	77.2	0.16	30.0	0.08	20.0

Carga puntual a mitad del tramo L/2

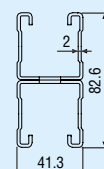
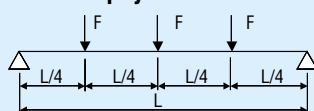
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		6.00	<0.1	—	—	—	—
50		6.00	0.2	—	—	—	—
75		6.00	0.8	—	—	—	—
100		5.19	1.7	—	—	—	—
125		4.14	2.6	—	—	—	—
150		3.44	3.8	—	—	—	—
175		2.94	5.2	—	—	—	—
200		2.56	6.8	—	—	2.53	6.7
225		2.27	8.6	—	—	1.98	7.5
250		2.03	10.6	—	—	1.58	8.3
275		1.84	12.8	—	—	1.29	9.2
300		1.67	15.3	1.64	15.0	1.07	10.0
325		1.54	18.0	1.38	16.3	0.89	10.8
350		1.42	20.9	1.17	17.5	0.75	11.7
375		1.31	24.0	1.00	18.8	0.64	12.5
400		1.22	27.4	0.86	20.0	0.54	13.3
425		1.14	31.0	0.75	21.3	0.46	14.2
450		1.06	34.8	0.65	22.5	0.39	15.0
475		1.00	38.9	0.56	23.8	0.33	15.8
500		0.94	43.2	0.49	25.0	0.28	16.7
525		0.88	47.7	0.42	26.3	0.24	17.5
550		0.83	52.5	0.37	27.5	0.20	18.3
575		0.79	57.5	0.32	28.8	0.16	19.2
600		0.74	62.8	0.27	30.0	0.13	20.0

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje



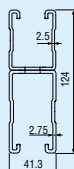
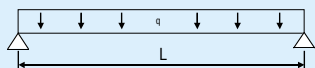
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		2.00	<0.1	—	—	—	—
50		2.00	0.2	—	—	—	—
75		2.00	0.7	—	—	—	—
100		2.00	1.5	—	—	—	—
125		2.00	3.0	—	—	—	—
150		1.72	4.5	—	—	—	—
175		1.47	6.1	—	—	1.40	5.8
200		1.28	8.0	—	—	1.06	6.7
225		1.13	10.1	—	—	0.83	7.5
250		1.02	12.5	1.01	12.5	0.67	8.3
275		0.92	15.2	0.83	13.8	0.54	9.2
300		0.84	18.0	0.69	15.0	0.45	10.0
325		0.77	21.2	0.58	16.3	0.38	10.8
350		0.71	24.6	0.49	17.5	0.32	11.7
375		0.66	28.2	0.42	18.8	0.27	12.5
400		0.61	32.1	0.36	20.0	0.23	13.3
425		0.57	36.3	0.31	21.3	0.19	14.2
450		0.53	40.7	0.27	22.5	0.16	15.0
475		0.50	45.3	0.24	23.8	0.14	15.8
500		0.47	50.3	0.21	25.0	0.12	16.7
525		0.44	55.5	0.18	26.3	0.10	17.5
550		0.42	60.9	0.15	27.5	0.08	18.3
575		0.39	66.6	0.13	28.8	0.07	19.2
600		0.37	72.6	0.11	30.0	0.05	20.0

Carril MQ-52-72D: Cargas admisibles.

F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para $\sigma_{perm.}$ incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida

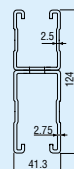
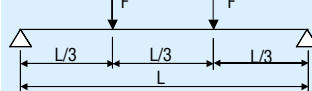
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	44.80	11.20	<0.1	—	—	—	—
50	22.40	11.20	<0.1	—	—	—	—
75	14.93	11.20	0.3	—	—	—	—
100	11.20	11.20	0.6	—	—	—	—
125	8.96	11.20	1.2	—	—	—	—
150	7.47	11.20	2.1	—	—	—	—
175	6.40	11.20	3.3	—	—	—	—
200	5.60	11.20	4.9	—	—	—	—
225	4.98	11.20	7.0	—	—	—	—
250	4.11	10.26	8.8	—	—	9.75	8.3
275	3.38	9.30	10.6	—	—	8.01	9.2
300	2.83	8.49	12.6	—	—	6.68	10.0
325	2.40	7.80	14.8	—	—	5.64	10.8
350	2.06	7.21	17.2	—	—	4.82	11.7
375	1.79	6.70	19.7	6.35	18.8	4.15	12.5
400	1.56	6.24	22.4	5.53	20.0	3.59	13.3
425	1.37	5.84	25.3	4.85	21.3	3.13	14.2
450	1.22	5.48	28.4	4.28	22.5	2.75	15.0
475	1.09	5.16	31.6	3.79	23.8	2.41	15.8
500	0.97	4.87	35.1	3.37	25.0	2.13	16.7
525	0.88	4.60	38.7	3.00	26.3	1.88	17.5
550	0.79	4.36	42.4	2.69	27.5	1.66	18.3
575	0.72	4.13	46.4	2.41	28.8	1.47	19.2
600	0.65	3.93	50.5	2.16	30.0	1.30	20.0

Dos cargas puntuales en L/3

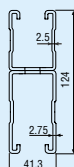
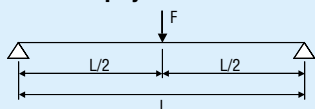
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25		5.60	<0.1	—	—	—	—
50		5.60	0.1	—	—	—	—
75		5.60	0.3	—	—	—	—
100		5.60	0.8	—	—	—	—
125		5.60	1.6	—	—	—	—
150		5.60	2.8	—	—	—	—
175		5.55	4.4	—	—	—	—
200		4.84	5.7	—	—	—	—
225		4.29	7.3	—	—	—	—
250		3.85	9.0	—	—	3.58	8.3
275		3.49	10.8	—	—	2.94	9.2
300		3.18	12.9	—	—	2.45	10.0
325		2.93	15.1	—	—	2.07	10.8
350		2.70	17.5	2.70	17.5	1.77	11.7
375		2.51	20.1	2.33	18.8	1.52	12.5
400		2.34	22.9	2.03	20.0	1.32	13.3
425		2.19	25.9	1.78	21.3	1.15	14.2
450		2.06	29.0	1.57	22.5	1.01	15.0
475		1.93	32.3	1.39	23.8	0.89	15.8
500		1.82	35.8	1.24	25.0	0.78	16.7
525		1.73	39.4	1.10	26.3	0.69	17.5
550		1.63	43.3	0.99	27.5	0.61	18.3
575		1.55	47.3	0.88	28.8	0.54	19.2
600		1.47	51.5	0.79	30.0	0.48	20.0

Carga puntual a mitad del tramo L/2

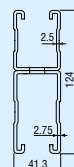
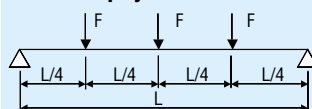
Carril biapoyado con deformación en un solo eje



Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25		11.20	<0.1	—	—	—	—
50		11.20	0.1	—	—	—	—
75		11.20	0.4	—	—	—	—
100		11.20	1.0	—	—	—	—
125		10.39	1.8	—	—	—	—
150		8.65	2.5	—	—	—	—
175		7.39	3.4	—	—	—	—
200		6.45	4.5	—	—	—	—
225		5.72	5.7	—	—	—	—
250		5.13	7.0	—	—	—	—
275		4.65	8.5	—	—	—	—
300		4.24	10.2	—	—	4.18	10.0
325		3.90	11.9	—	—	3.53	10.8
350		3.60	13.9	—	—	3.01	11.7
375		3.35	15.9	—	—	2.59	12.5
400		3.12	18.1	—	—	2.25	13.3
425		2.92	20.5	—	—	1.96	14.2
450		2.74	23.0	2.67	22.5	1.72	15.0
475		2.58	25.7	2.37	23.8	1.51	15.8
500		2.43	28.5	2.11	25.0	1.33	16.7
525		2.30	31.5	1.88	26.3	1.17	17.5
550		2.18	34.6	1.68	27.5	1.04	18.3
575		2.07	37.9	1.50	28.8	0.92	19.2
600		1.96	41.4	1.35	30.0	0.81	20.0

Tres cargas puntuales en L/4

Carril biapoyado con deformación en un solo eje

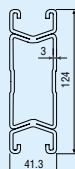
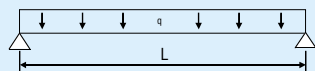


Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25		3.73	<0.1	—	—	—	—
50		3.73	<0.1	—	—	—	—
75		3.73	0.3	—	—	—	—
100		3.73	0.8	—	—	—	—
125		3.73	1.5	—	—	—	—
150		3.73	2.6	—	—	—	—
175		3.70	4.1	—	—	—	—
200		3.23	5.3	—	—	—	—
225		2.86	6.7	—	—	—	—
250		2.57	8.3	—	—	—	—
275		2.32	10.1	—	—	2.11	9.2
300		2.12	12.0	—	—	1.76	10.0
325		1.95	14.1	—	—	1.49	10.8
350		1.80	16.3	—	—	1.27	11.7
375		1.67	18.8	1.67	18.8	1.09	12.5
400		1.56	21.4	1.46	20.0	0.95	13.3
425		1.46	24.1	1.28	21.3	0.82	14.2
450		1.37	27.1	1.13	22.5	0.72	15.0
475		1.29	30.2	1.00	23.8	0.64	15.8
500		1.22	33.4	0.89	25.0	0.56	16.7
525		1.15	36.9	0.79	26.3	0.49	17.5
550		1.09	40.5	0.71	27.5	0.44	18.3
575		1.03	44.3	0.63	28.8	0.39	19.2
600		0.98	48.2	0.57	30.0	0.34	20.0

Carril MQ-124XD: Cargas admisibles.

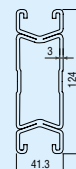
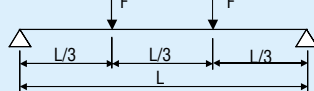
F₁ para $f = L/200$, F₂ para $f = L/300$, F para σ_{perm} . incluyendo el peso propio del carril

Carga uniformemente repartida Carril biapoyado con deformación en un solo eje



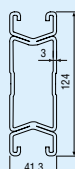
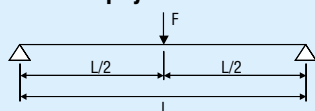
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25	571.43	142.86	<0.1	-	-	-	-
50	157.45	78.73	0.3	-	-	-	-
75	69.92	52.44	0.7	-	-	-	-
100	39.29	39.29	1.3	-	-	-	-
125	25.11	31.39	2.0	-	-	-	-
150	17.41	26.11	2.9	-	-	-	-
175	12.76	22.34	4.0	-	-	-	-
200	9.75	19.50	5.2	-	-	-	-
225	7.68	17.28	6.6	-	-	-	-
250	6.20	15.51	8.1	-	-	-	-
275	5.11	14.05	9.8	-	-	13.10	9.2
300	4.28	12.83	11.7	-	-	10.94	10.0
325	3.63	11.80	13.7	-	-	9.25	10.8
350	3.12	10.91	15.9	-	-	7.91	11.7
375	2.70	10.13	18.3	-	-	6.82	12.5
400	2.36	9.45	20.8	9.08	20.0	5.92	13.3
425	2.08	8.85	23.5	7.98	21.3	5.18	14.2
450	1.85	8.31	26.3	7.05	22.5	4.55	15.0
475	1.65	7.82	29.3	6.25	23.8	4.01	15.8
500	1.48	7.39	32.5	5.57	25.0	3.55	16.7
525	1.33	6.99	35.8	4.98	26.3	3.15	17.5
550	1.20	6.62	39.3	4.47	27.5	2.80	18.3
575	1.09	6.28	42.9	4.02	28.8	2.49	19.2
600	1.00	5.97	46.8	3.62	30.0	2.22	20.0

Dos cargas puntuales en L/3 Carril biapoyado con deformación en un solo eje



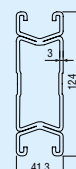
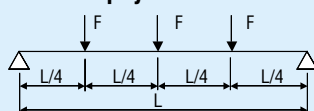
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		58.35	<0.1	-	-	-	-
50		29.43	0.3	-	-	-	-
75		19.64	0.7	-	-	-	-
100		14.72	1.3	-	-	-	-
125		11.76	2.1	-	-	-	-
150		9.79	3.0	-	-	-	-
175		8.37	4.1	-	-	-	-
200		7.31	5.3	-	-	-	-
225		6.48	6.7	-	-	-	-
250		5.82	8.3	-	-	-	-
275		5.27	10.0	-	-	4.80	9.2
300		4.81	11.9	-	-	4.01	10.0
325		4.42	14.0	-	-	3.39	10.8
350		4.09	16.3	-	-	2.90	11.7
375		3.80	18.7	-	-	2.50	12.5
400		3.54	21.2	3.33	20.0	2.17	13.3
425		3.32	24.0	2.93	21.3	1.90	14.2
450		3.12	26.9	2.58	22.5	1.67	15.0
475		2.93	29.9	2.29	23.8	1.47	15.8
500		2.77	33.1	2.04	25.0	1.30	16.7
525		2.62	36.5	1.83	26.3	1.16	17.5
550		2.48	40.1	1.64	27.5	1.03	18.3
575		2.36	43.8	1.47	28.8	0.91	19.2
600		2.24	47.7	1.33	30.0	0.81	20.0

Carga puntual a mitad del tramo L/2 Carril biapoyado con deformación en un solo eje



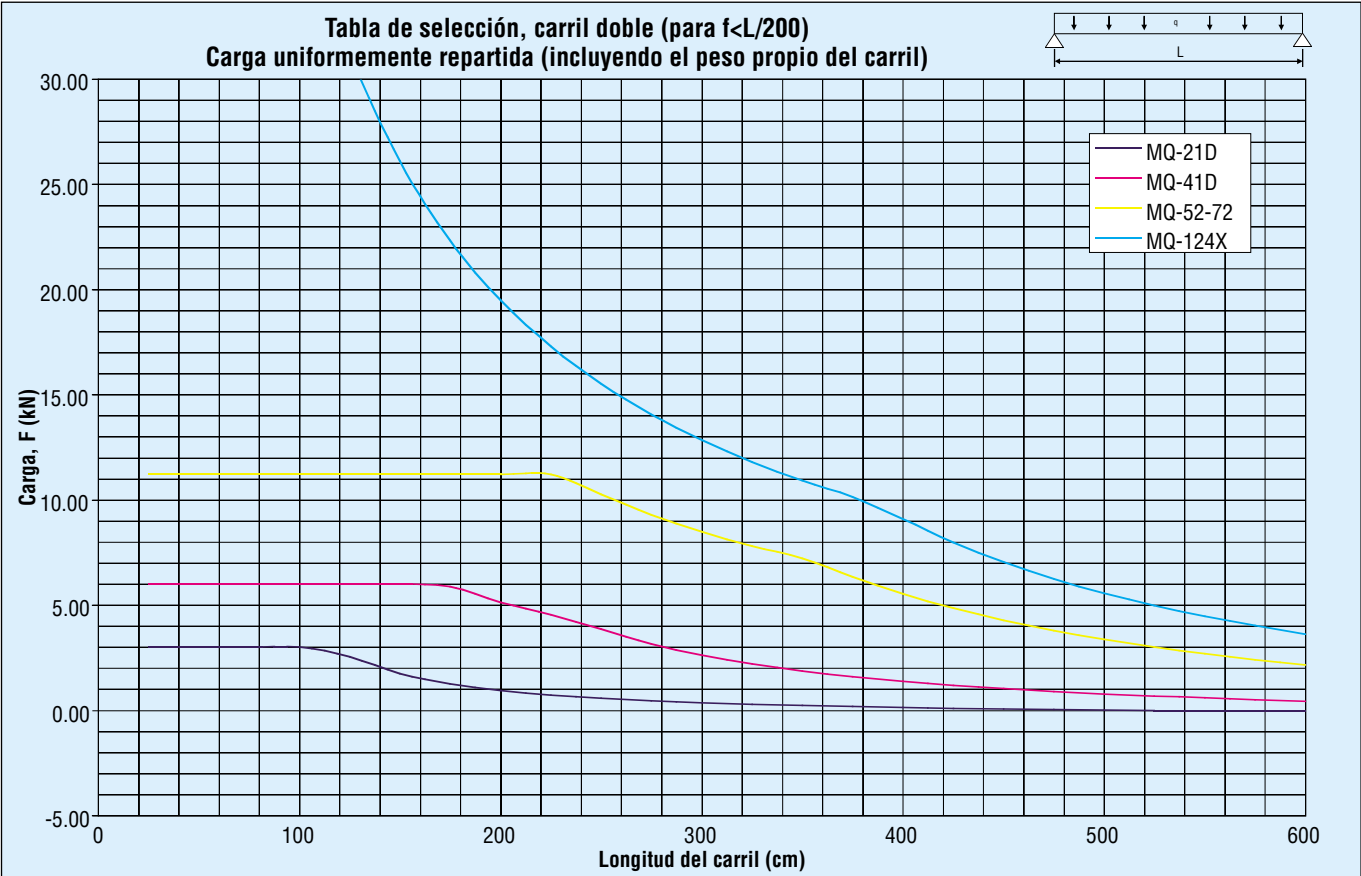
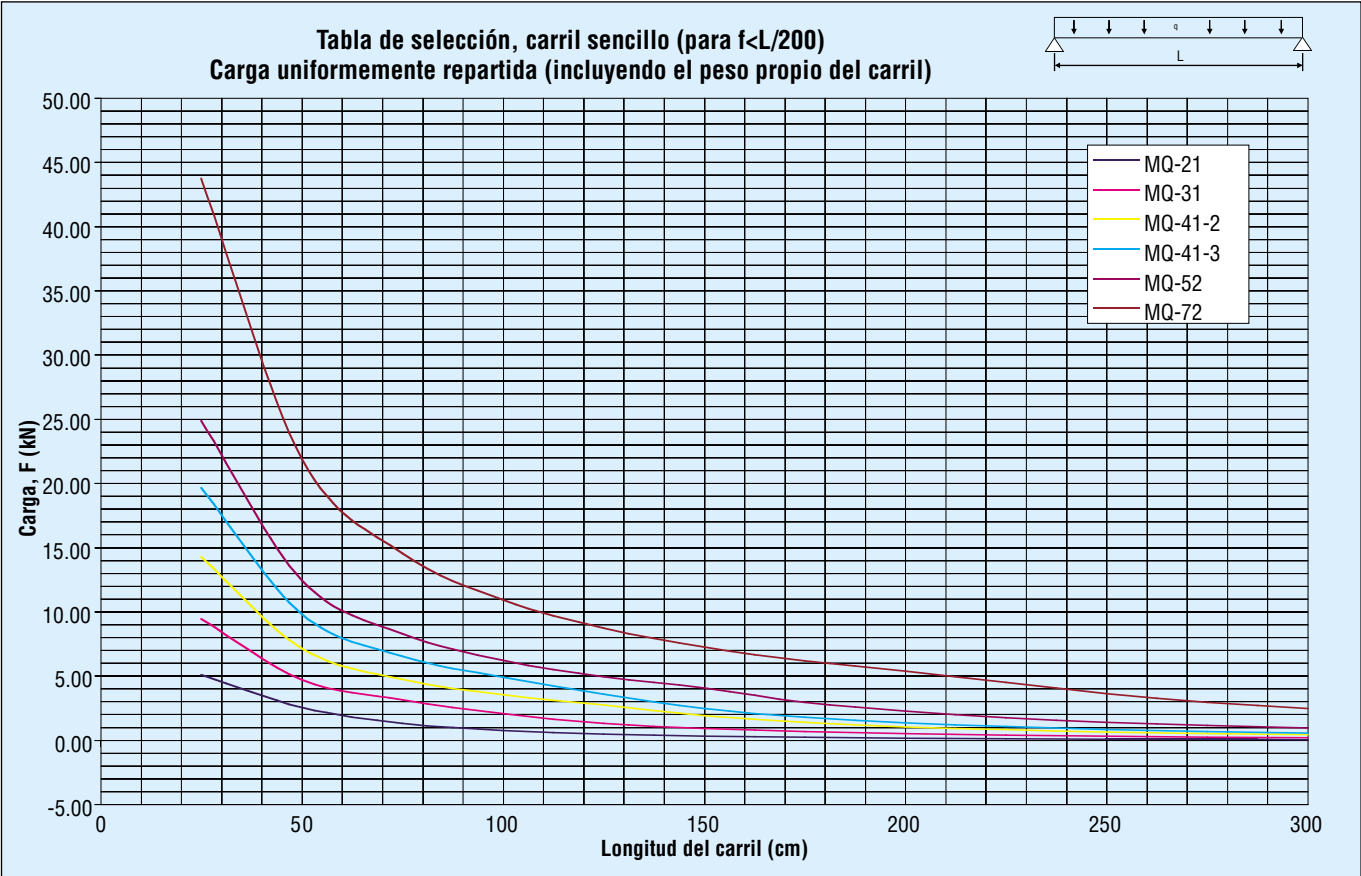
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		78.33	<0.1	-	-	-	-
50		39.31	0.3	-	-	-	-
75		26.21	0.6	-	-	-	-
100		19.64	1.0	-	-	-	-
125		15.69	1.6	-	-	-	-
150		13.05	2.3	-	-	-	-
175		11.17	3.2	-	-	-	-
200		9.75	4.2	-	-	-	-
225		8.64	5.3	-	-	-	-
250		7.75	6.5	-	-	-	-
275		7.03	7.9	-	-	-	-
300		6.42	9.4	-	-	-	-
325		5.90	11.0	-	-	5.78	10.8
350		5.45	12.8	-	-	4.94	11.7
375		5.07	14.7	-	-	4.26	12.5
400		4.73	16.8	-	-	3.70	13.3
425		4.42	19.0	-	-	3.24	14.2
450		4.15	21.3	-	-	2.84	15.0
475		3.91	23.8	3.91	23.8	2.51	15.8
500		3.69	26.4	3.48	25.0	2.22	16.7
525		3.49	29.1	3.12	26.3	1.97	17.5
550		3.31	32.0	2.79	27.5	1.75	18.3
575		3.14	35.1	2.51	28.8	1.56	19.2
600		2.99	38.2	2.26	30.0	1.39	20.0

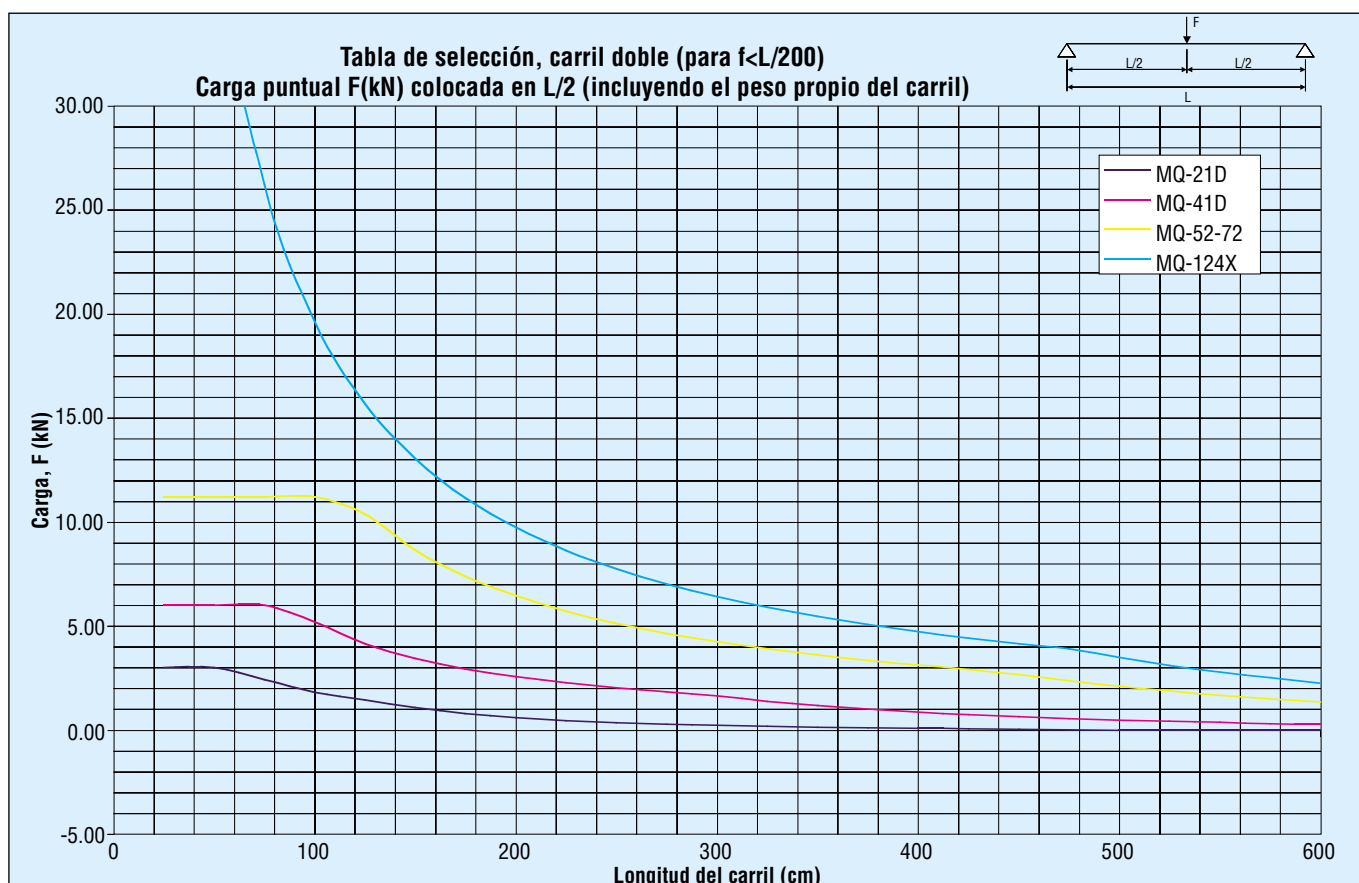
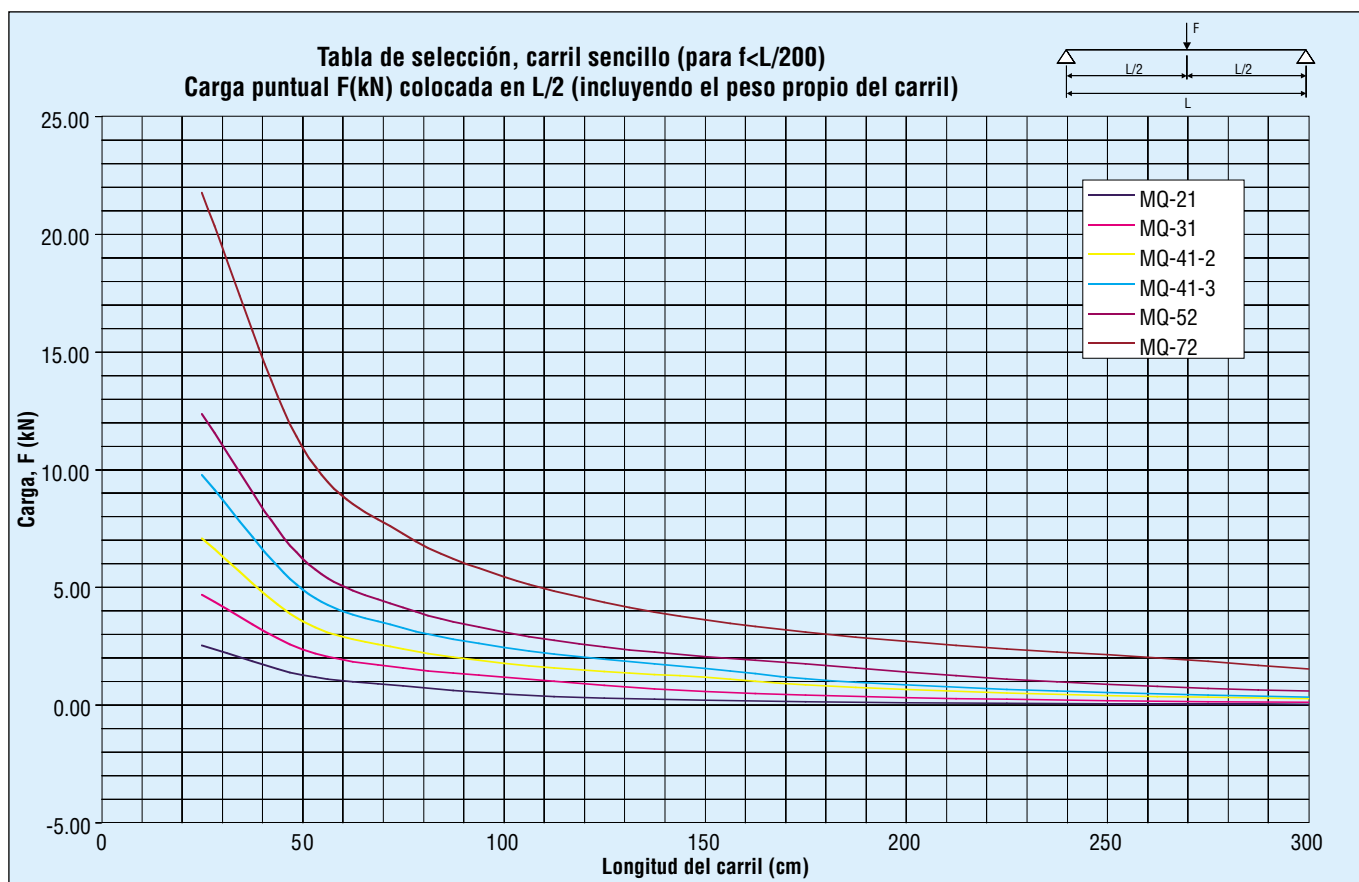
Tres cargas puntuales en L/4 Carril biapoyado con deformación en un solo eje

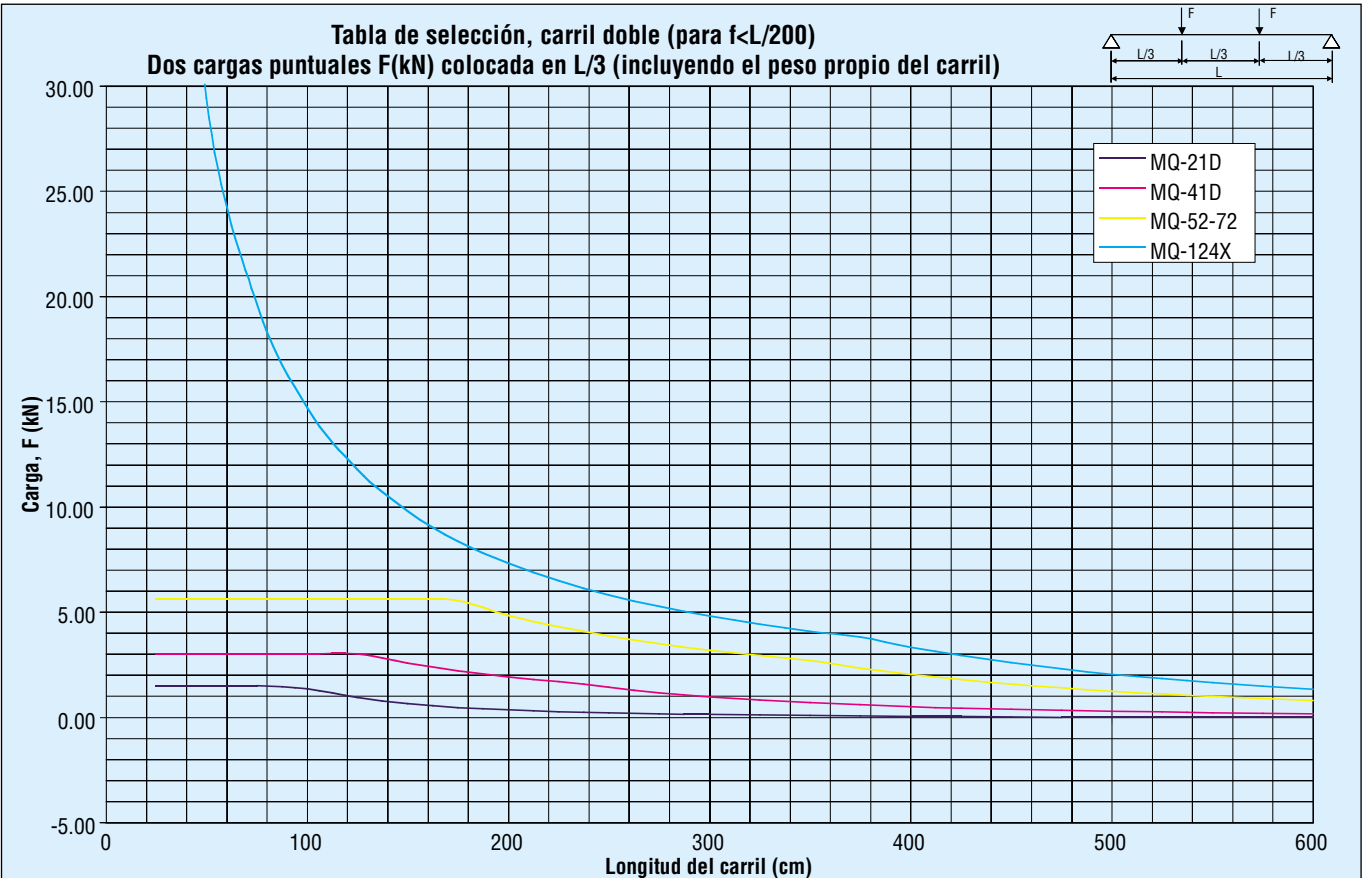
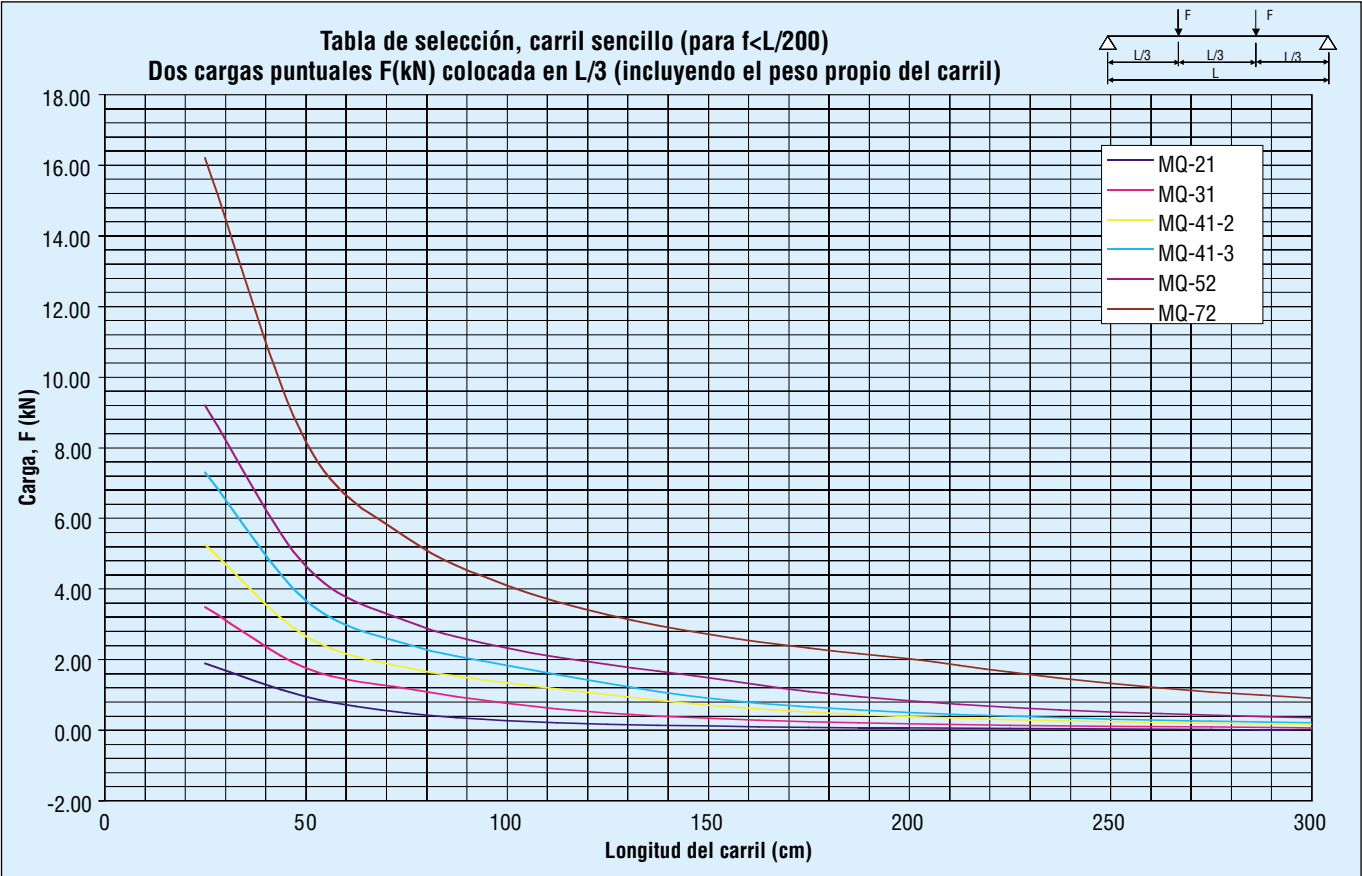


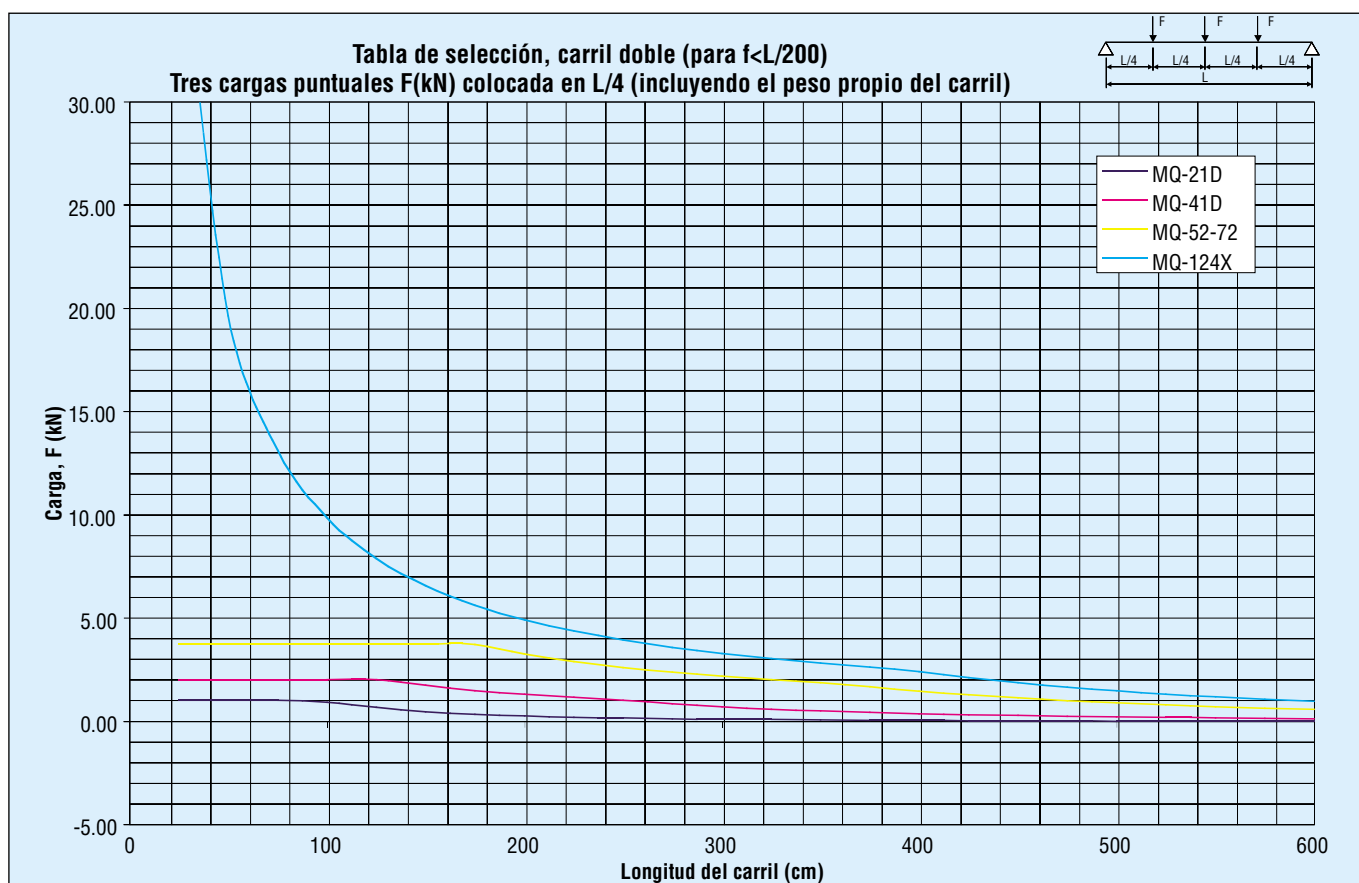
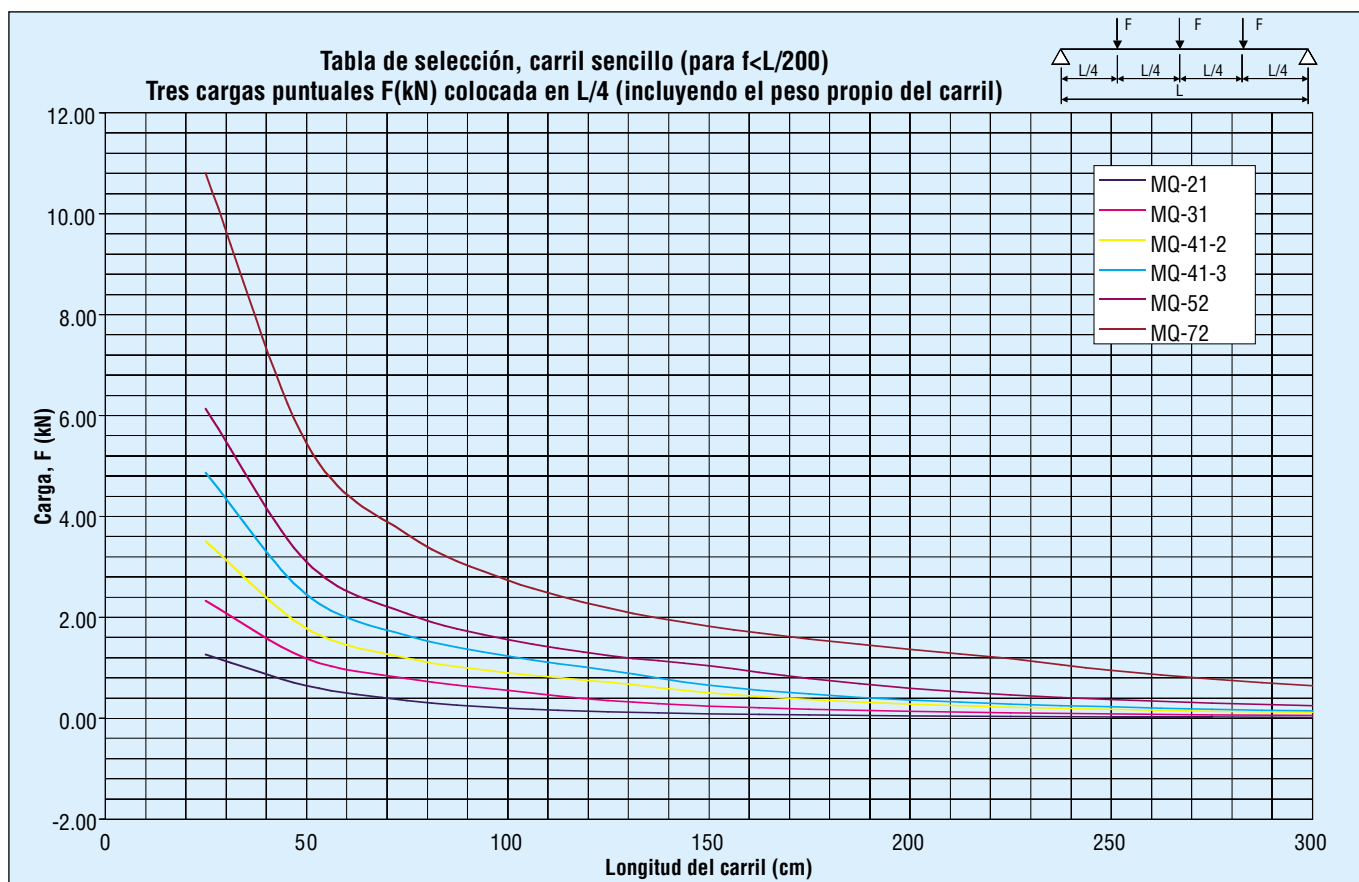
Longitud (cm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₁ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$	F ₂ (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm}$
25		38.90	<0.1	-	-	-	-
50		19.62	0.3	-	-	-	-
75		13.09	0.7	-	-	-	-
100		9.81	1.2	-	-	-	-
125		7.84	1.9	-	-	-	-
150		6.53	2.8	-	-	-	-
175		5.58	3.8	-	-	-	-
200		4.87	4.9	-	-	-	-
225		4.32	6.2	-	-	-	-
250		3.88	7.7	-	-	-	-
275		3.51	9.3	-	-	3.45	9.2
300		3.21	11.1	-	-	2.88	10.0
325		2.95	13.0	-	-	2.43	10.8
350		2.73	15.1	-	-	2.08	11.7
375		2.53	17.4	-	-	1.79	12.5
400		2.36	19.8	-	-	1.56	13.3
425		2.21	22.3	2.10	21.3	1.36	14.2
450		2.08	25.1	1.85	22.5	1.20	15.0
475		1.96	27.9	1.65	23.8	1.06	15.8
500		1.85	30.9	1.47	25.0	0.93	16.7
525		1.75	34.1	1.31	26.3	0.83	17.5
550		1.65	37.5	1.18	27.5	0.74	18.3
575		1.57	41.0	1.06	28.8	0.66	19.2
600		1.49	44.6	0.95	30.0	0.58	20.0

Carriles: Tablas de selección.





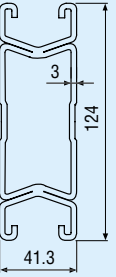
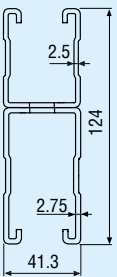
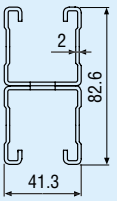
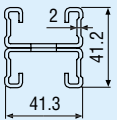
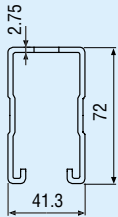
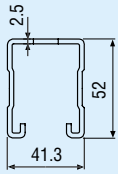
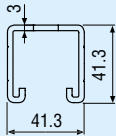
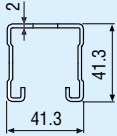
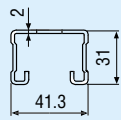
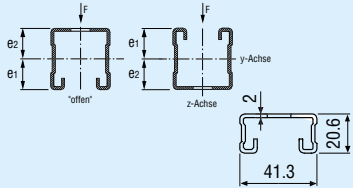
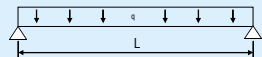






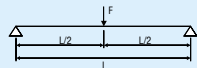
Carril biapoyado con carga uniformemente repartida.

Longitud máxima bajo carga uniformemente repartida (incluyendo el peso propio del carril)



Carga (kN)	MQ-21			MQ-31			MQ-41			MQ-41/3			MQ-52			MQ-72			MQ-21D			MQ-41D			MQ-52-72			MQ-124X		
	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200	Carga (kN/m)	Long. carril (cm)	p<4200
0.25	0.15	165	8	0.09	266	13	0.07	365	18	0.06	394	20	0.05	484	24	0.04	665	33	0.07	340	17	0.04	680	34	0.03	990	49	0.02	1076	54
0.50	0.42	120	6	0.25	198	10	0.18	279	14	0.16	310	15	0.13	387	19	0.09	563	28	0.19	264	13	0.09	578	29	0.06	904	45	0.05	1008	50
0.75	0.76	98	5	0.46	164	8	0.32	233	12	0.29	262	13	0.23	329	16	0.15	493	25	0.34	222	11	0.15	507	25	0.09	833	42	0.08	949	47
1.00	1.17	86	4	0.70	143	7	0.49	204	10	0.43	230	12	0.34	291	15	0.23	442	22	0.51	195	10	0.22	456	23	0.13	775	39	0.11	897	45
1.25	1.63	77	4	0.98	128	6	0.68	183	9	0.60	208	10	0.48	263	13	0.31	404	20	0.71	176	9	0.30	417	21	0.17	726	36	0.15	852	43
1.50	2.14	70	4	1.28	117	6	0.89	168	8	0.79	191	10	0.62	242	12	0.40	374	19	0.93	161	8	0.39	386	19	0.22	685	34	0.18	812	41
1.75	2.70	65	3	1.61	109	5	1.12	156	8	0.99	177	9	0.78	225	11	0.50	350	17	1.17	150	7	0.49	361	18	0.27	649	32	0.23	777	39
2.00	3.29	61	3	1.96	102	5	1.37	146	7	1.20	166	8	0.95	211	11	0.61	329	16	1.42	140	7	0.59	340	17	0.32	618	31	0.27	745	37
2.25	4.00	56	3	2.34	96	5	1.63	138	7	1.43	157	8	1.13	200	10	0.72	312	16	1.70	133	7	0.70	322	16	0.38	591	30	0.31	716	36
2.50	4.94	51	2	2.74	91	5	1.91	131	7	1.68	149	7	1.32	190	9	0.84	297	15	1.99	126	6	0.81	307	15	0.44	566	28	0.36	691	35
2.75	5.99	46	2	3.23	85	4	2.20	125	6	1.93	142	7	1.52	181	9	0.97	284	14	2.29	120	6	0.94	293	15	0.50	545	27	0.41	667	33
3.00	7.13	42	2	3.84	78	3	2.55	118	6	2.20	136	7	1.73	174	9	1.10	273	14	2.61	115	6	1.07	282	14	0.57	525	26	0.46	646	32
3.25	8.38	39	1	4.51	72	3	2.99	109	5	2.48	131	7	1.95	167	8	1.24	262	13	-	-	-	1.20	271	14	0.64	508	25	0.52	626	31
3.50	9.73	36	1	5.23	67	3	3.46	101	4	2.77	126	6	2.17	161	8	1.38	253	13	-	-	-	1.34	262	13	0.71	492	25	0.58	608	30
3.75	11.19	34	1	6.01	62	2	3.97	94	4	3.07	122	6	2.41	156	8	1.53	245	12	-	-	-	1.48	253	13	0.79	477	24	0.63	592	30
4.00	12.75	31	1	6.83	59	2	4.52	89	3	3.38	118	6	2.65	151	8	1.68	238	12	-	-	-	1.63	245	12	0.86	464	23	0.69	576	29
4.25	14.42	29	1	7.72	55	2	5.10	83	3	3.71	115	6	2.93	145	7	1.84	231	12	-	-	-	1.78	238	12	0.94	451	23	0.76	562	28
4.50	16.19	28	1	8.66	52	2	5.71	79	3	4.16	108	5	3.29	137	6	2.01	224	11	-	-	-	1.98	227	11	1.02	440	22	0.82	548	27
4.75	18.08	26	1	9.65	49	1	6.37	75	2	4.63	103	5	3.66	130	6	2.17	219	11	-	-	-	2.21	215	10	1.11	429	21	0.89	536	27
5.00	20.08	25	1	10.70	47	1	7.06	71	2	5.12	98	4	4.05	123	5	2.34	213	11	-	-	-	2.44	205	9	1.19	419	21	0.95	524	26
5.25	22.19	24	0	11.81	44	1	7.78	67	2	5.65	93	4	4.46	118	5	2.56	205	10	-	-	-	2.69	195	8	1.28	410	20	1.02	513	26
5.50	24.41	23	0	12.97	42	1	8.54	64	2	6.20	89	3	4.90	112	4	2.81	196	9	-	-	-	2.95	187	7	1.37	401	20	1.09	503	25
5.75	26.75	21	0	14.18	41	1	9.34	62	2	6.77	85	3	5.35	107	4	3.06	188	8	-	-	-	3.22	179	7	1.46	393	20	1.17	493	25
6.00	29.21	21	0	15.46	39	1	10.17	59	1	7.37	81	3	5.82	103	4	3.33	180	8	-	-	-	3.50	172	6	1.56	385	19	1.24	484	24
6.25	31.78	20	0	16.79	37	1	11.04	57	1	8.00	78	3	6.32	99	3	3.61	173	7	-	-	-	-	-	-	1.65	378	19	1.32	475	24
6.50	34.48	19	0	18.17	36	1	11.94	54	1	8.65	75	2	6.83	95	3	3.90	166	7	-	-	-	-	-	-	1.75	371	19	1.39	467	23
6.75	37.30	18	0	19.62	34	1	12.88	52	1	9.32	72	2	7.37	92	3	4.21	160	6	-	-	-	-	-	-	1.85	364	18	1.47	459	23
7.00	40.25	17	0	21.12	33	1	13.86	51	1	10.03	70	2	7.92	88	3	4.52	155	6	-	-	-	-	-	-	1.95	358	18	1.55	451	23
7.25	43.33	17	0	22.68	32	1	14.87	49	1	10.76	67	2	8.50	85	2	4.85	150	5	-	-	-	-	-	-	2.08	348	17	1.63	444	22
7.50	46.54	16	0	24.30	31	1	15.92	47	1	11.51	65	2	9.09	82	2	5.18	145	5	-	-	-	-	-	-	2.22	337	16	1.72	437	22
7.75	49.88	16	0	25.98	30	0	17.01	46	1	12.29	63	2	9.71	80	2	5.53	140	5	-	-	-	-	-	-	2.37	327	15	1.80	431	22
8.00	53.36	15	0	27.72	29	0	18.14	44	1	13.10	61	2	10.34	77	2	5.89	136	4	-	-	-	-	-	-	2.52	317	14	1.89	424	21

Carril biapoyado con carga puntual en el centro
Longitud máxima carril, L (cm) / Flecha, f (mm)



F (kN)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)
0.25	133	6.7	218	10.9	306	15.3	337	16.8	419	20.9	599	29.9	288	14.4	614	30.7	936	46.8	1034	51.7
0.50	95	4.8	159	7.9	226	11.3	254	12.7	321	16.0	482	24.1	216	10.8	496	24.8	821	41.0	938	46.9
0.75	78	3.9	131	6.5	187	9.3	212	10.6	268	13.4	411	20.5	179	9.0	424	21.2	735	36.8	861	43.0
1.00	63	2.8	114	5.7	163	8.1	185	9.2	235	11.7	364	18.2	156	7.8	375	18.8	670	33.5	797	39.9
1.25	51	1.8	94	4.0	141	6.6	166	8.3	211	10.5	329	16.5	140	7.0	340	17.0	618	30.9	745	37.2
1.50	42	1.2	78	2.8	118	4.6	152	7.6	193	9.7	303	15.1	120	5.3	313	15.6	576	28.8	701	35.0
1.75	36	<1	67	2.0	101	3.4	139	6.7	175	8.3	282	14.1	103	3.9	288	14.1	541	27.0	663	33.1
2.00	32	<1	59	1.6	89	2.6	122	5.2	154	6.5	264	13.2	90	3.0	254	11.0	511	25.6	630	31.5
2.25	28	<1	52	1.2	79	2.1	108	4.1	137	5.1	238	10.8	80	2.4	227	8.9	486	24.3	601	30.1
2.50	25	<1	47	1.0	71	1.7	98	3.3	123	4.2	215	8.9	72	1.9	205	7.3	464	23.2	576	28.8
2.75	23	<1	43	<1	65	1.4	89	2.8	112	3.5	196	7.4	66	1.6	187	6.1	444	22.2	554	27.7
3.00	21	<1	39	<1	59	1.2	82	2.3	103	2.9	180	6.3	60	1.3	172	5.1	415	19.7	534	26.7
3.50	18	<1	34	<1	51	<1	70	1.7	88	2.2	155	4.6	–	–	148	3.8	360	15.0	499	24.9
4.00	16	<1	29	<1	44	<1	61	1.3	77	1.7	136	3.6	–	–	129	2.9	317	11.7	466	22.9
4.50	14	<1	26	<1	39	<1	54	1.0	69	1.3	121	2.8	–	–	115	2.3	284	9.4	418	18.7
5.00	12	<1	23	<1	36	<1	49	<1	62	1.1	109	2.3	–	–	104	1.9	256	7.7	380	15.5
6.00	10	<1	19	<1	30	<1	41	<1	52	<1	91	1.6	–	–	87	1.3	215	5.5	320	11.1
7.00	9	<1	17	<1	25	<1	35	<1	44	<1	78	1.2	–	–	–	–	185	4.0	276	8.3
8.00	7	<1	14	<1	22	<1	31	<1	39	<1	68	<1	–	–	–	–	162	3.1	243	6.5

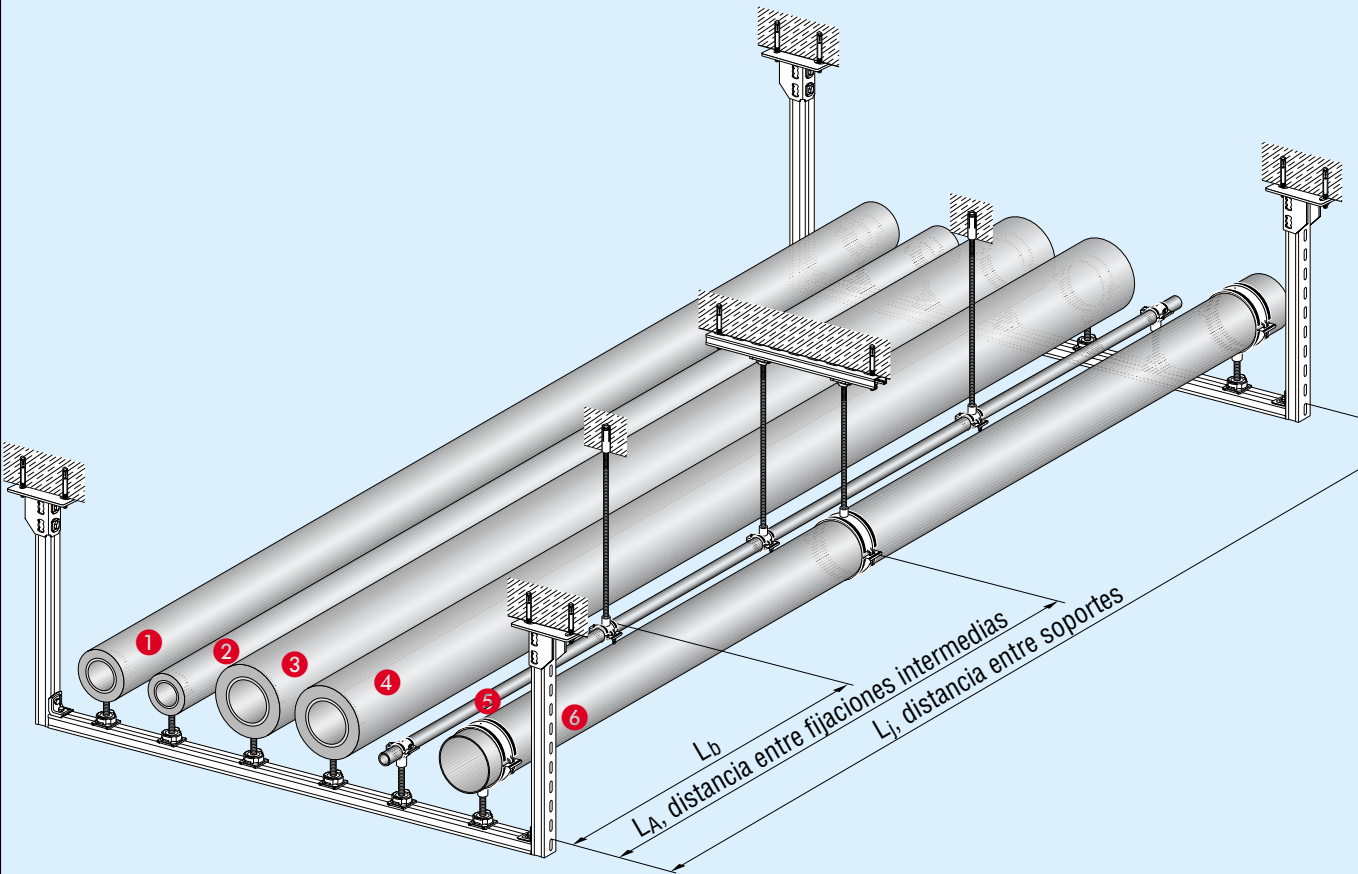
Ejemplo de cálculo para carril biapoyado. Cálculo completo de la soportación: Peine de tuberías en un soporte tipo U.

Incógnitas:

- Longitud del carril, anchura del soporte en U, L
- Tipo de carril necesario
- Distancia entre soportes L_j
- Posición y número de fijaciones intermedias, (L_A y L_b)

Sabiendo:

- Las dilataciones de la tubería en el tramo considerado son depreciables
- Distancias entre soportes según UNE 100-152



- 1 Agua fría, 2", con aislamiento según DIN 2440
- 2 Agua caliente 1½", con aislamiento según DIN 2440
- 3 Calefacción ida DN50, con aislamiento según DIN 2448
- 4 Calefacción retorno DN50, con aislamiento según DIN 2448
- 5 Aire comprimido, HDPE 40 mm diám.
- 6 Desagüe, PVC-U, 110 mm diám.

Longitud de carril necesario

	Tubería para	Material	Diám. nominal	Diám. exterior	Espesor aislam.	Diám. total
1ª tubería:	agua fría	acero	2"	60.3 mm	50 mm	160 mm
2ª tubería:	agua caliente	acero	1½"	48.3 mm	40 mm	130 mm
3ª tubería:	calef. ida	acero	DN 50	60.3 mm	50 mm	160 mm
4ª tubería:	calef. retorno	acero	DN 50	60.3 mm	50 mm	160 mm
5ª tubería:	aire comprimido	HDPE	DW 34	40.0 mm	–	40 mm
6ª tubería:	desagüe	PVC-U	DW 100	110,0 mm	–	110 mm
Total tuberías						750 mm

Requisitos de espacio

Distancia entre tuberías	5×100 mm	500 mm
Distancia entre soportes y tuberías	2×100 mm	200 mm
Distancia total		700 mm

Necesidad total de espacio * 1450 mm

* Como hay un hueco en el techo, la longitud se incrementa a 2 m.

Máx. distancia entre soportes para cada tubería

la distancia requerida es consecuencia de las tuberías utilizadas

	Tubería para	Material	Diám. nominal	Diám. exterior	Espesor aislam.	Distancia entre soportes
1ª tubería:	agua fría	acero	2"			max. 4.75 m
2ª tubería:	agua caliente	acero	1½"			max. 4.25 m
3ª tubería:	calef. ida	acero	DN 50			max. 4.75 m
4ª tubería:	calef. retorno	acero	DN 50			max. 4.75 m
5ª tubería:	aire comprimido	HDPE	DW 34			max. 1.50 m (con fijación intermedia)
6ª tubería:	desagüe	PE	DW 100			max. 2.00 m (con fijación intermedia)

La distancia entre soportes debe, siempre que se pueda, ser múltiplo de la menor longitud, por razones de diseño y coste. Consecuentemente, se ha elegido:

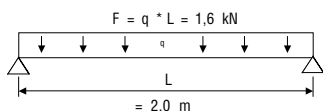
Distancia entre soportes en U, L_j	4.00 m
Distancia a la fijación intermedia, L_b	1.00 m
Distancia a la fijación intermedia, L_A	2.00 m

Determinación del peso (incl. fluido en la tubería) por metro de tubería

	Tubería para	Material	Diám. nominal	Diám. exterior	Espesor aislamiento	Peso	Total
1ª tubería:	agua fría	acero	2"	60.3 mm	50 mm	9.90 kg/m (lleno)	39.60 kg
2ª tubería:	agua caliente	acero	1½"	48.3 mm	40 mm	6.60 kg/m (lleno)	24.40 kg
3ª tubería:	calef. alimentación	acero	DN 50	60.3 mm	50 mm	9.00 kg/m (lleno)	36.00 kg
4ª tubería:	calef. retorno	acero	DN 50	60.3 mm	50 mm	9.00 kg/m (lleno)	36.00 kg
5ª tubería:	aire comprimido	HDPE	DW 34	40.0 mm	–	0.34 kg/m (vacío)	0.34 kg
6ª tubería:	desagüe	PE	DW 100	110.0 mm	–	10.00 kg/m (lleno)	20.00 kg
Total tuberías						158.34 kg/m	≈ 1.6 kN

Ejemplo de cálculo: Determinación del carril necesario.

Carril biapoyado con carga uniformemente repartida



M	= momento flector	(kNcm)
F	= carga puntual concentrada	(kN)
q	= carga uniformemente repartida	(kN/cm)
L	= longitud de carril	(cm)
σ	= tensión admisible	(kN/cm ²)
E	= módulo de elasticidad	(kN/cm ²)
I	= momento de inercia	(cm ⁴)
W	= módulo resistente	(cm ³)
f	= flecha	(cm)

a) Verificación de la carga admisible

1^{er} paso:

Se estima la sección de carril necesaria, sin considerar el peso propio del carril:
 $q = F/L = 1.6 \text{ kN}/2.0 \text{ m} = 0.80 \text{ kN/m} = 0.008 \text{ kN/cm}$

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{0.008 \cdot 200^2}{8} = 40$$

Se asigna un valor inicial, $\sigma_{\text{perm.}}$ de 16 kN/cm^2 para la estimación:

$$W_{\min} = \frac{M}{\sigma_{\text{zul.}}} = \frac{40}{16} = 2.5 \text{ cm}^3$$

Se elige MQ-41 con $W_{\min.} = 2.54 \text{ cm}^3 / \text{EG} = 2.08 \text{ kg/m} = 2.08 \cdot 10^{-4} \text{ kN/cm}$

2^o paso:

Se verifica considerando también el peso propio del carril:

$$\sigma = (40 + \frac{2.08 \cdot 10^{-4} \cdot 200^2}{8}) / 2.54 = 16.16 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{\text{zul}} = 17.5 \text{ kN/cm}^2 = 175 \text{ kN/mm}^2$$

b) Flecha

Flecha admisible:

$$f_{\max} = \frac{L}{200} = \frac{200}{200} = 1.0 \text{ cm}$$

1^{er} paso:

Se estima la sección de carril necesaria despreciando el peso propio del carril:

$$I_{\text{erf}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{f_{\max} \cdot E} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0.008 \cdot 200^4}{1.0 \cdot 21000} = 7.94 \text{ cm}^4$$

Se elige MQ-52 con $I_y = 11.41 \text{ cm}^4 / \text{EG} = 2.94 \text{ kg/m} = 2.94 \cdot 10^{-4} \text{ kN/cm}$

La flecha (deformación) cuando se considera el peso propio del carril es:

$$q = 0.008 \text{ kN/cm} + 2.94 \cdot 10^{-4} \text{ kN/cm} = 0.00829 \text{ kN/cm}$$

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{I_y \cdot E} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0.008294 \cdot 200^4}{11.41 \cdot 21000} = 0.72 \text{ cm} < f_{\text{zul}} = 1.0 \text{ cm}$$

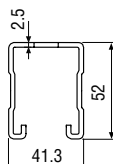
Ejemplo de cálculo: Determinación del carril necesario.

Selección simplificada usando las tablas Hilti

Si usa las siguientes tablas de cálculo Hilti se ahorrará el tiempo que dedicaría a los laboriosos cálculos necesarios para determinar las secciones de carril, necesarios para las diferentes condiciones de carga tanto en "carriles con una, dos o tres cargas concentradas, o bien con una carga uniformemente distribuida".

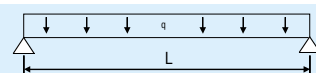
Determinación de carril, usando la tabla:

Carril
Longitud: 2.0 m
Carga: Uniformemente repartida
Carga: $F = q \cdot L = 1.6 \text{ kN}$
Máx. flecha: $f = L/200$



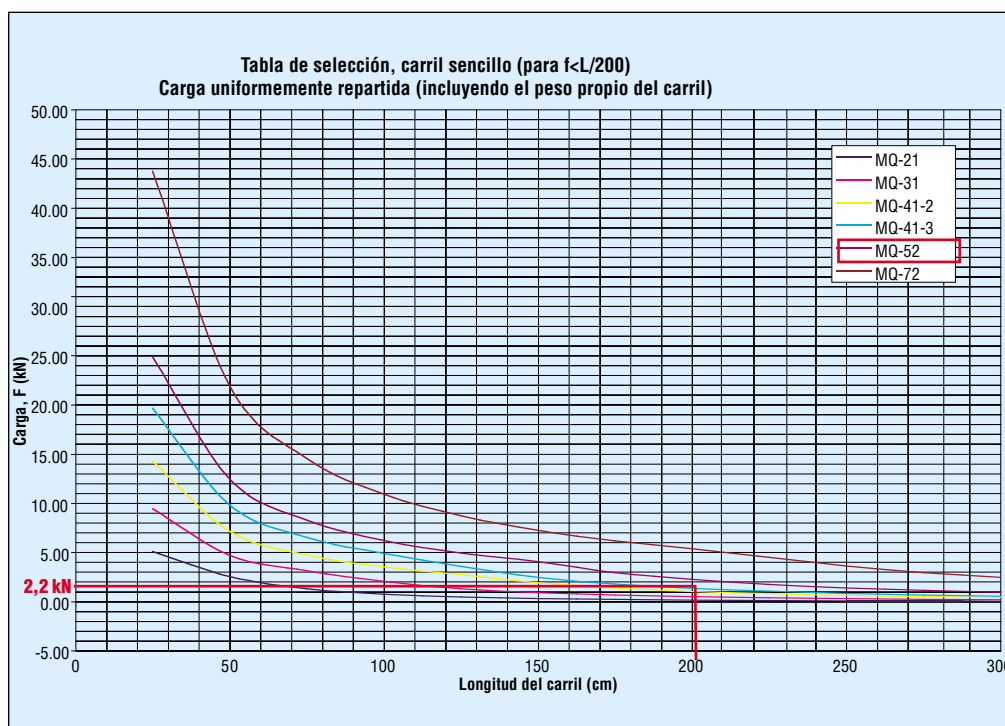
Carril biapoyado con deformación en un solo eje Carga uniformemente repartida

Longitud carril (mm)	F (kN/m)	F (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F1 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$	F2 (kN)	f (mm) $\leq \sigma_{perm.}$
25	99.50	24.88	0.2	-	-	-	-
50	24.85	12.43	0.8	-	-	-	-
75	11.03	8.27	1.9	-	-	-	-
100	6.19	6.19	3.4	-	-	6.10	3.3
125	3.95	4.94	5.3	-	-	3.89	4.2
150	2.74	4.10	7.6	4.04	7.5	2.68	5.0
175	2.00	3.50	10.4	2.95	8.8	1.95	5.8
200	1.53	3.05	13.5	2.24	10.0	1.47	6.7
225	1.20	2.70	17.1	1.75	11.3	1.15	7.5
250	0.97	2.41	21.1	1.40	12.5	0.91	8.3
275	0.79	2.18	25.6	1.14	13.8	0.73	9.2
300	0.66	1.99	30.4	0.93	15.0	0.59	10.0
325	0.56	1.82	35.7	0.78	16.3	0.48	10.8
350	0.48	1.67	41.4	0.65	17.5	0.40	11.7
375	0.41	1.55	47.6	0.54	18.8	0.33	12.5
400	0.36	1.44	54.1	0.46	20.0	0.27	13.3
425	0.31	1.34	61.1	0.38	21.3	0.21	14.2
450	0.28	1.25	68.5	0.32	22.5	0.17	15.0
475	0.25	1.17	76.3	0.27	23.8	0.13	15.8
500	0.22	1.10	84.5	0.22	25.0	0.10	16.7
525	0.20	1.03	93.2	0.18	26.3	0.07	17.5
550	0.18	0.97	102.3	0.14	27.5	0.04	18.3
575	0.16	0.91	111.8	0.11	28.8	0.02	19.2
600	0.14	0.86	121.7	0.08	30.0	-	-



F1 para $f = L/200$, F2 para $f = L/300$, F para $\sigma_{perm.}$

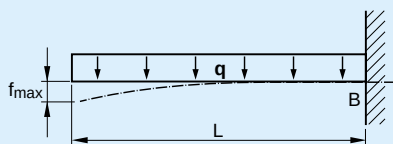
Determinación de carril, usando el diagrama



Soportes: Fórmulas de cálculo.

Condición de carga 1:

Soporte con carga uniformemente repartida a lo largo del brazo, L



$$M_B = \frac{q * L^2}{2} = \sigma_{perm.} * W$$

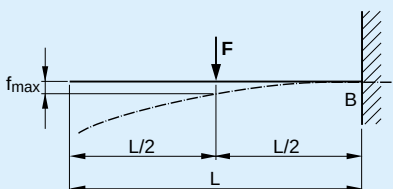
$$q = \frac{2 * \sigma_{perm.} * W}{L^2}$$

$$f_{max} = \frac{1}{8} * \frac{q * L^4}{E * I}$$

$$q = 8 * \frac{E * I * f_{max}}{L^4}$$

Condición de carga 2:

Soporte con carga puntual en el extremo del soporte L



$$M_B = F * L/2 = \sigma_{perm.} * W$$

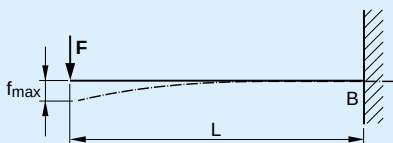
$$F = \frac{2 * \sigma_{perm.} * W}{L}$$

$$f_{max} = \frac{1}{24} * \frac{F * L^3}{E * I}$$

$$F = 24 * \frac{E * I * f_{max}}{L^3}$$

Condición de carga 3:

Soporte con carga puntual en el centro del brazo L/2



$$M_B = F * L = \sigma_{perm.} * W$$

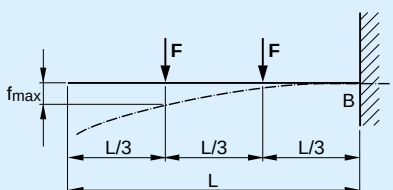
$$F = \frac{\sigma_{perm.} * W}{L}$$

$$f_{max} = \frac{1}{3} * \frac{F * L^3}{E * I}$$

$$F = 3 * \frac{E * I * f_{max}}{L^3}$$

Condición de carga 4:

Soporte con dos cargas puntuales en L/3



$$M_B = F * L$$

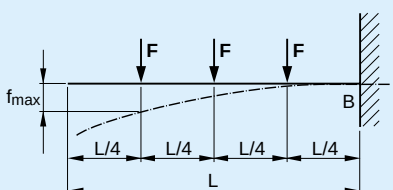
$$F = \frac{\sigma_{perm.} * W}{L}$$

$$f_{max} = 0.12963 * \frac{F * L^3}{E * I}$$

$$F = \frac{1}{0.12963} * \frac{E * I * f_{max}}{L^3}$$

Condición de carga 5:

Soporte con tres cargas concentradas en L/4



$$M_B = \frac{3 * F * L}{2} = \sigma_{perm.} * W$$

$$F = \frac{2 * \sigma_{perm.} * W}{3 * L}$$

$$f_{max} = 0.24219 * \frac{F * L^3}{E * I}$$

$$F = \frac{1}{0.24219} * \frac{E * I * f_{max}}{L^3}$$

M = momento flector (kN/cm)

F = carga puntual (kN)

q = carga uniform. repartida (kN/cm)

L = longitud (cm)

σ = tensión admisible (kN/cm²)

E = módulo de elasticidad (kN/cm²)

I = momento de inercia (cm⁴)

W = módulo resistente (cm³)

f = flecha (cm)

Tablas de selección de soportes

Soporte		Condición carga 1			Condición carga 2			Condición carga 3			Condición carga 4			Condición carga 5						
		carga uniformemente repartida			carga puntual en el centro			carga puntual en el extremo			Dos cargas puntuales			Tres cargas puntuales						
Carril, L (mm)	F1 [N]	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12,5 ³⁾	F1 [N]	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12,5 ³⁾	F1 [N]	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12,5 ³⁾	F2 [N]	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12,5 ³⁾	F3 [N]	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12,5 ³⁾
Flecha máxima de L/150 medida en el punto de aplicación de la carga																				
MQK-21/300	300	1050	1050	1050	1050	1050	1050		420	420	420		520	520	520		350	350	350	
MQK-21/450	450	500	500	500	700	700	700		180	180	180		310	310	310		190	190	190	
MQK-41/300	300	2950	2370	1460	2950	2370	1460		1480	1180	730		1470	1180	730		980	790	480	
MQK-41/450	450	1960	1570	970	1960	1570	970		980	780	480		980	780	480		650	520	320	
MQK-41/600	600	1470	1170	720	1470	1170	720		620	580	360		730	580	360		490	390	240	
MQK-41/1000	1000	580	580	420	840	690	420		210	210	210		360	340	210		220	220	140	
MQK-41/3/300	300	4070	2370	1460	4070	2370	1460		2040	1180	730		2030	1180	730		1350	790	480	
MQK-41/3/450	450	2710	1570	970	2710	1570	970		1350	780	480		1350	780	480		900	520	320	
MQK-41/3/600	600	2020	1170	720	2020	1170	720		810	580	360		1010	580	360		670	390	240	
MQK-41/600/4	600	1470	1470	1470	1470	1470	1470		620	620	620		730	730	730		490	490	490	
MQK-41/1000/4	1000	580	580	580	840	840	840		210	210	210		360	360	360		220	220	220	
MQK-72/450	450	5690	2260	1370	5690	2260	1370		2840	1130	680		2840	1130	680		1890	750	450	
MQK-72/600	600	4260	1680	1020	4260	1680	1020		2130	840	510		2130	840	510		1420	560	340	
MQK-21 D/300	300	3010	2370	1460	3010	2370	1460		1510	1180	730		1500	1180	730		1000	790	480	
MQK-21 D/450	450	2000	1570	970	2000	1570	970		1000	780	480		1000	780	480		660	520	320	
MQK-21 D/600	600	1490	1170	720	1490	1170	720		570	570	360		740	580	360		490	390	240	
MQK-41 D/1000	1000	2500	960	560	2500	960	560		1250	480	280		1250	480	280		830	320	180	
Flecha máxima de L/200 medida en el punto de aplicación de la carga																				
MQK-21/300	300	850	850	850	1050	1050	1050		310	310	310		520	520	520		320	320	320	
MQK-21/450	450	370	370	370	550	550	550		140	140	140		230	230	230		140	140	140	
MQK-41/300	300	2950	2370	1460	2950	2370	1460		1480	1180	730		1470	1180	730		980	790	480	
MQK-41/450	450	1960	1570	970	1960	1570	970		830	780	480		980	780	480		650	520	320	
MQK-41/600	600	1240	1170	720	1470	1170	720		460	460	360		730	580	360		470	390	240	
MQK-41/1000	1000	430	430	420	610	610	420		160	160	160		270	270	210		160	160	140	
MQK-41/3/300	300	4070	2370	1460	4070	2370	1460		2040	1180	730		2030	1180	730		1350	790	480	
MQK-41/3/450	450	2710	1570	970	2710	1570	970		1080	780	480		1350	780	480		900	520	320	
MQK-41/3/600	600	1610	1170	720	2020	1170	720		600	580	360		1010	580	360		620	390	240	
MQK-41/600/4	600	1240	1240	1240	1470	1470	1470		460	460	460		730	730	730		470	470	470	
MQK-41/1000/4	1000	430	430	430	610	610	610		160	160	160		270	270	270		160	160	160	
MQK-72/450	450	5690	2260	1370	5690	2260	1370		2840	1130	680		2840	1130	680		1890	750	450	
MQK-72/600	600	3320	1680	1020	4260	1680	1020		2130	840	510		2130	840	510		1420	560	340	
MQK-21 D/300	300	3010	2370	1460	3010	2370	1460		1510	1180	730		1500	1180	730		1000	790	480	
MQK-21 D/450	450	2000	1570	970	2000	1570	970		770	770	480		1000	780	480		660	529	320	
MQK-21 D/600	600	1140	1140	720	1490	1170	720		420	420	360		730	580	360		440	390	240	
MQK-41 D/1000	1000	2500	960	560	2500	960	560		950	480	280		1250	480	280		830	320	180	

¹⁾ Capacidad de carga del soporte (capacidad de carga del acero) o con anclaje HVZ M12, la capacidad del soporte se alcanza con el HVZ M12.

²⁾ Capacidad de carga del soporte con anclaje HST.

³⁾ Capacidad de carga del soporte fijado con anclaje HUS.

Estas cargas sólo son aplicables si los anclajes del soporte están bien colocados y la abertura del carril mira hacia arriba. Se ha tenido en cuenta el peso propio del soporte.

Las cargas sólo se aplican si el soporte se sujeta con anclajes manteniendo las distancias de seguridad a los bordes del material base.

Se debe comprobar por separado que las fuerzas se transmiten al material base respectivo, es decir, acero y hormigón.

Se deben cumplir las pautas de uso y aplicación de los anclajes.

** Anclaje HUS próxima introducción, consultar disponibilidad.

Datos técnicos de soportes con jabalón

Soporte	L (mm)	 Jabalón corto	 Jabalón corto	 Jabalón largo	 Jabalón corto	 Jabalón largo
		F1(N)	F1(N)	F1(N)	F1(N)	F1(N)
MQK-41/450	450	5000	5000	—	—	—
MQK-41/600	600	—	—	3500	3500	1500
MQK-41/1000	1000	—	—	3500	3500	—
MQK-41/3/450	450	6000	5000	—	—	—
MQK-41/3/600	600	—	—	4500	3500	2000
MQK-41/600/4	600	—	—	3500	3500	2000
MQK-41/1000/4	1000	—	—	3500	3500	—
MQK-72/450	450	6000	5000	—	—	—
MQK-72/600	600	—	—	6000	3500	2500
MQK-21 D/450	450	5000	5000	—	—	—
MQK-21 D/600	600	—	—	3500	3500	1500
MQK-41 D/1000	1000	—	—	3500	3500	1000

Soportes: Ejemplo de cálculo con verificación de tensión y flecha.

Ejemplo: Soporte

Sabiendo:

Tres tuberías llenas de agua, sin aislamiento y sin cambio de longitud debido a temperatura. El tamaño de las tuberías y por lo tanto el espacio necesario, debe determinarse con precisión siguiendo el ejemplo del dimensionamiento para soporte en U.

Distancia entre soportes: 3.0 m

1. DN 65 $9.16 \text{ kg/m} \cdot 3.0 \text{ m} = 27.48 \text{ kg} = 0.275 \text{ kN}$

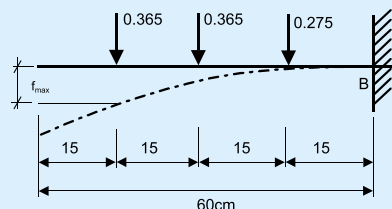
2. DN 80 $12.15 \text{ kg/m} \cdot 3.0 \text{ m} = 36.45 \text{ kg} = 0.365 \text{ kN}$

3. DN 80 $12.15 \text{ kg/m} \cdot 3.0 \text{ m} = 36.45 \text{ kg} = 0.365 \text{ kN}$

Se elige el soporte con una longitud de brazo de 600 mm. Tres cargas puntuales situadas a espacios iguales (L/4): distancia entre ejes de tuberías 150 mm.

a) Verificación de tensión

Determinación del momento flector (despreciando el peso propio del soporte):



1^{er} paso:

Estimar la sección de carril necesaria despreciando el peso propio del carril.

$$M_B = 0.275 \cdot 15 + 0.365 \cdot 30 + 0.365 \cdot 45 = 31.5 \text{ kNcm}$$

Primero, se le asigna a σ_{perm} un valor de 16 kN/cm^2 para esta estimación.

$$W_{\text{min}} = \frac{M}{\sigma_{\text{zul}}} = \frac{31.5}{16} = 1.97 \text{ cm}^3$$

Se elige un carril MQ 41 con $W_{\text{min.}} = 2.54 \text{ cm}^3$ / $I_y = 5.37 \text{ cm}^4$ / $EG = 2.08 \text{ kg/m} = 2.08 \cdot 10^{-4} \text{ kN/cm}$

2^o paso:

Verificar lo anterior, incluyendo el peso propio del carril:

$$M_{B/EG} = \frac{q \cdot L^2}{2} = \sigma_{\text{zul}} \cdot W$$

$$\sigma = \frac{M(EG + \text{Rohr})}{W} = \frac{(2.08 \cdot 10^{-4} \cdot 60^2)/2 + 31.5}{2.54} = 12.55 \text{ kN/cm}^2 < 17.5 \text{ kN/cm}^2 = 175 \text{ N/mm}^2$$

b) Flecha

Flecha admisible en el punto de aplicación de carga más exterior (a 45 cm):

$$f_{\text{max}} = \frac{45}{200} = 0.23 \text{ cm}$$

Para estar del lado de la seguridad, se calcula la flecha para 3 veces $\times$ DN. 80 (en vez de DN. 65 + dos veces $\times$ DN. 80)

Flecha debida a carga puntual concentrada:

$$= 0.24219 \cdot \frac{F \cdot L^3}{E \cdot I_y} = 0.24219 \cdot \frac{0.315 \cdot 60^3}{21000 \cdot 5.37} = 0.15 \text{ cm}$$

Flecha debida al peso propio del soporte:

$$f_{\text{max}} = \frac{1 \cdot q \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot I_y} = \frac{1 \cdot 2.08 \cdot 10^{-4} \cdot 60^4}{8 \cdot 21000 \cdot 5.37} = 0.003 \text{ cm} < L / 200 = 0.225 \text{ cm}$$

Es tan pequeña que se puede despreciar.

Elección de soporte: Selección de soporte Hilti usando la tabla.

Determinación de tipo de soporte:

Longitud del brazo del soporte: 0.6 m
 Tipo de carga: 3 cargas puntuales
 Carga: $F = 0,315 \text{ kN}$
 Max. Flecha: $f = L/200$

Tabla de selección de soportes

Soporte	Carril, L (mm)	Tipo de carga 1 $F_1 = q \cdot i$ 			Tipo de carga 2 			Tipo de carga 3 			Tipo de carga 4 F_2, F_2 			Tipo de carga 5 F_3, F_3, F_3 		
		carga uniformemente repartida			carga puntual en el centro			carga puntual en el extremo			dos cargas puntuales			tres cargas puntuales		
		HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12.5 ³⁾ **	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12.5 ³⁾ **	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12.5 ³⁾ **	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12.5 ³⁾ **	HVZ M12 ¹⁾	HST M12 ²⁾	HUS 12.5 ³⁾ **
MQK-21/300	300	850	850	850	1050	1050	1050	310	310	310	520	520	520	320	320	320
MQK-21/450	450	370	370	370	550	550	550	140	140	140	230	230	230	140	140	140
MQK-41/300	300	2950	2370	1460	2950	2370	1460	1480	1180	730	1470	1180	730	980	790	480
MQK-41/450	450	1960	1570	970	1960	1570	970	830	780	480	980	780	480	650	520	320
MQK-41/600	600	1240	1170	720	1470	1170	720	460	460	360	730	580	360	470	390	240
MQK-41/1000	1000	430	430	420	610	610	420	160	160	160	270	270	210	160	160	140
MQK-41/3/300	300	4070	2370	1460	4070	2370	1460	2040	1180	730	2030	1180	730	1350	790	480
MQK-41/3/450	450	2710	1570	970	2710	1570	970	1080	780	480	1350	780	480	900	520	320
MQK-41/3/600	600	1610	1170	720	2020	1170	720	600	580	360	1010	580	360	620	390	240
MQK-41/600/4	600	1240	1240	1240	1470	1470	1470	460	460	460	730	730	730	470	470	470
MQK-41/1000/4	1000	430	430	430	610	610	610	160	160	160	270	270	270	160	160	160
MQK-72/450	450	5690	2260	1370	5690	2260	1370	2840	1130	680	2840	1130	680	1890	750	450
MQK-72/600	600	3320	1680	1020	4260	1680	1020	2130	840	510	2130	840	510	1420	560	340
MQK-21 D/300	300	3010	2370	1460	3010	2370	1460	1510	1180	730	1500	1180	730	1000	790	480
MQK-21 D/450	450	2000	1570	970	2000	1570	970	770	770	480	1000	780	480	660	529	320
MQK-21 D/600	600	1140	1140	720	1490	1170	720	420	420	360	730	580	360	440	390	240
MQK-41 D/1000	1000	2500	960	560	2500	960	560	950	480	280	1250	480	280	830	320	180

¹⁾ Capacidad de carga del soporte (capacidad de carga del acero) o con anclaje HVZ M12, la capacidad del soporte se alcanza con el HVZ M12.

²⁾ Capacidad de carga del soporte con anclaje HST.

³⁾ Capacidad de carga del soporte fijado con anclaje HUS.

Estas cargas sólo son aplicables si los anclajes del soporte están bien colocados y la abertura del carril mira hacia arriba.

Se ha tenido en cuenta el peso propio del soporte.

Las cargas sólo son aplicables si el soporte se sujeta con anclajes manteniendo las distancias de seguridad a los bordes del material base.

Se debe comprobar por separado que las fuerzas se transmiten al material base respectivo, es decir, acero y hormigón.

Se deben cumplir las pautas de uso y aplicación de los anclajes.

Flecha máxima de $L/150$ medida en el punto de aplicación de la carga.

** Anclaje HUS próxima introducción, consultar disponibilidad.

Elegido: un soporte MQK 41/600 siendo $F_{perm.} = 390 \text{ kN} > F_{actual} = 0.315 \text{ kN}$. Fijación del soporte con dos anclajes tipo HST M12 (el cálculo para la fijación de anclajes se hizo con el programa HIDU de diseño de anclajes).

Se consideró el peso propio del soporte.

Pandeo flexional: Tablas.

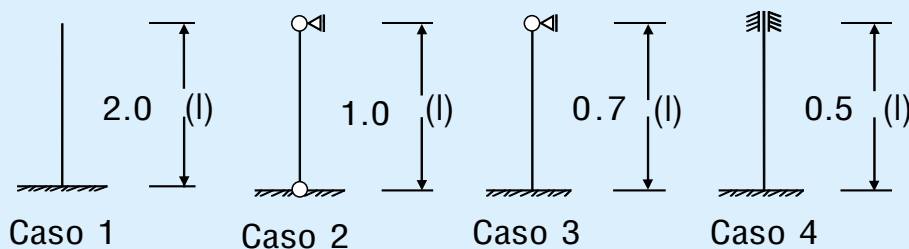
Carga admisible a pandeo

Según DIN 18800 y DAST-Rili 016

Para carriles con sección en C y a las rigidizadas mediante pliegue.

Longitud pandeo Sk (cm)	MQ-21 (kN)	MQ-31 (kN)	MQ-41 (kN)	MQ-41/3 (kN)	MQ-52 (kN)	MQ-72 (kN)	MQ-21 D (kN)	MQ-41 D (kN)	MQ-52-72 D (kN)	MQ-124X D (kN)
25	28.65	36.26	42.69	64.99	63.61	85.84	60.97	85.41	147.18	199.55
50	22.42	32.49	39.78	59.94	60.57	82.05	55.21	81.40	140.57	189.18
75	14.81	27.46	36.19	53.74	56.29	76.52	47.72	75.71	131.02	175.12
100	9.54	21.43	31.68	45.88	51.11	69.87	38.44	68.83	119.50	157.91
125	6.49	16.06	26.47	37.23	44.88	61.87	29.50	60.56	105.65	137.30
150	4.67	12.10	21.44	29.46	38.12	53.04	22.53	51.55	90.42	115.41
175	3.51	9.33	17.24	23.35	31.74	44.50	17.50	42.99	75.75	95.28
200		7.37	13.97	18.76	26.30	37.07	13.88	35.67	63.04	78.50
225		5.96	11.46	15.31	21.90	30.98	11.25	29.72	52.65	65.13
250		4.91	9.54	12.70	18.41	26.10	9.28	24.99	44.33	54.60
275		4.11	8.05	10.69	15.63	22.20	7.79	21.23	37.70	46.29
300			6.88	9.11	13.41	19.07	6.62	18.22	32.38	39.67
325			5.94	7.85	11.62	16.54		15.79	28.07	34.34
350			5.17	6.84	10.16	14.46		13.80	24.54	29.99
375					8.95	12.75		12.16	21.63	26.41
400					7.94	11.32		10.79	19.20	23.42

Tabla de coeficiente β para calcular la longitud de pandeo.



Longitud pandeo, s_k (cm) = $l \cdot \beta$ siendo, l , la longitud del carril

Información Técnica. Tablas de Selección



Datos Técnicos Generales
Tablas de Selección

Asesoramiento técnico Hilti para instalaciones

Dimensiones y pesos de tuberías

DN	DN	Dext Ø ①	Espesor de pared	Vacío	Peso Con agua	Con aislamiento	Distancia (*)
mm	pulgadas	mm	mm	kg/m	kg/m	kg/m	m
Tubería de Acero según DIN 2440							
8	1/4"	13,5	2,35	0,65			
10	3/8"	17,2	2,35	0,89	1,0	1,3	1,5
15	1/2"	21,3	2,65	1,27	1,47	1,8	1,7
20	3/4"	26,9	2,65	1,65	2,02	2,4	1,9
25	1"	33,7	3,25	2,55	3,13	3,9	2,1
32	1 1/4"	42,4	3,25	3,28	4,30	5,7	2,4
40	1 1/2"	48,3	3,25	3,77	5,15	6,6	2,5
50	2"	60,3	3,65	5,33	7,55	9,9	2,8
65	2 1/2"	76,1	3,65	6,80	10,52	15,0	3,1
80	3"	88,9	4,05	8,85	13,98	19,9	3,4
100	4"	114,3	4,50	12,60	21,30	30,9	3,8
125	5"	139,7	4,85	16,90	30,17	40,6	4,1
150	6"	165,1	4,85	20,10	39,06	50,4	4,4
Tubería de Acero según DIN 2448							
10		17,2	1,80	0,69	0,83	1,5	1,5
15		21,3	2,00	0,96	1,20	2,5	1,7
20		26,9	2,30	1,41	1,80	3,2	1,9
25		33,7	2,60	2,01	2,65	4,3	2,1
32		44,5	2,60	2,70	3,91	5,5	2,4
40		48,3	2,60	2,95	4,41	6,0	2,5
46		51,0	2,60	3,12	4,77	6,5	
50		57,0	2,90	3,90	5,96	7,6	2,8
50		60,3	2,90	4,14	6,47	9,0	
57		63,5	2,90	4,36	6,97	9,5	
65		76,1	2,90	5,28	9,16	13,9	3,1
76		82,5	3,20	6,31	10,86	15,2	
80		88,9	3,20	6,81	12,15	18,4	3,4
94		101,6	3,60	8,76	15,76	24,8	
100		108,0	3,60	9,33	17,31	27,5	3,8
100		114,3	3,60	9,90	18,90	28,8	
		127,0	4,00	12,20	23,32	35,1	
125		133,0	4,00	12,80	25,07	36,5	4,1
125		139,7	4,00	13,50	27,12	38,2	
		152,4	4,50	16,40	32,54	46,5	
150		159,0	4,50	17,10	34,76	48,9	4,4
150		168,3	4,50	18,10	36,93	50,6	
		177,8	5,00	21,30	43,40	58,9	
		193,7	5,40	25,00	51,26	66,5	
200		219,1	5,90	31,00	64,73	79,5	4,9
		267,0	6,30	40,60	91,40	108,5	
250		273,0	6,30	41,60	95,40	111,7	5,3
		298,5	7,10	51,10	117,60	137,5	
		318,0	7,10	57,40	129,50	150,0	
300		323,9	7,10	55,60	130,85	150,0	5,8
400		406,4	8,80	85,90	204,40	227,7	6,4
500		508,0	11,00	135,00	320,50	345,5	6,8
Tubería Acero Inox. según DIN 17455							
		17,2	1,00	0,63	0,78	1,45	
		21,3	2,00	0,97	1,21	2,50	
		26,9	2,00	1,25	1,66	3,10	
		33,7	2,00	1,58	2,27	4,00	
		42,4	2,00	2,02	3,18	4,80	
		48,3	2,00	2,31	3,85	5,45	
		60,3	2,00	2,92	5,41	7,95	
		76,1	2,00	3,70	7,78	12,50	
		88,9	2,00	4,35	10,01	16,25	
		114,3	2,60	7,27	16,62	26,50	
		139,7	2,60	8,92	23,13	34,00	
		168,3	3,20	13,20	34,09	47,75	
		219,1	3,20	17,30	52,83	67,50	
		273,0	3,20	21,60	80,14	96,50	
		323,9	3,20	25,70	108,10	127,25	
		406,4	3,20	32,30	162,02	185,50	
		508,0	3,20	40,40	243,08	268,00	

① para tubería con espesor de pared normal. (*) Distancia máx. recomendada entre soportes de tuberías horizontales según Tabla 2 Norma UNE 100-152-88.

Dimensiones y pesos de tuberías

DN	Dext. Ø ①	Espesor de pared	Vacío	Con agua	Con aislamiento	Distancia (**)
mm	mm	mm	kg/m	kg/m	kg/m	m
Tubería de desagüe, GA, según DIN 19 500						
50		60,0	3,50	5,30	7,50	
70		80,0	3,50	7,10	11,28	
100		112,0	4,00	10,30	18,79	
125		137,0	4,00	13,70	26,76	
150		162,0	5,00	17,30	35,43	
200		212,0	6,00	32,70	64,10	
Tubería, Fundición ligera (SML, ML)						
40	48,0	3,5	3,00	4,40		
50	58,0	3,5	4,30	6,40		
70	78,0	3,5	5,90	9,90		
100	110,0	3,5	8,40	17,70		
125	135,0	4,0	11,80	24,50		
150	160,0	4,0	14,10	32,30		
200	210,0	5,0	23,10	54,60		
250	274,0	5,5	33,30	87,70		
300	326,0	6,0	43,20	120,80		
400	429,0	8,1	75,50	208,80		
500	532,0	9,0	104,30	311,80		
600	635,0	9,9	137,10	434,20		
Tubería de polietileno (Geberit)						
26	32,0	3,0	0,27	0,80		
34	40,0	3,0	0,34	1,25		
40	50,0	3,0	0,44	1,96		
50	56,0	3,0	0,50	2,46		
60	63,0	3,0	0,56	3,11		
70	75,0	3,0	0,67	4,41		
80	90,0	3,5	0,95	6,36		
100	110,0	4,3	1,43	9,50		
125	125,0	4,9	1,81	12,27		
125	140,0		2,28	15,39		
150	160,0	6,2	3,00	20,10		
200	200,0	6,2	3,83	31,45		
250	250,0	7,8	6,01	49,15		
Tubería de PVC según DIN 19532 o DIN 8063 sec. 3						
40	50,0	1,8	0,42	1,94		
50	63,0	1,9	0,56	3,04		
65	75,0	2,2	0,78	4,30		
80	90,0	2,7	1,13	6,19		
100	110,0	3,2	1,64	10,07		
125	140,0	3,7	2,13	11,90		
150	160,0	4,7	3,44	19,47		
Tubería de cobre según DIN 1057						
	10,0	1,0	0,25	0,30	0,4	1,0
	12,0	1,0	0,30	0,38	0,5	1,1
	15,0	1,0	0,39	0,52	0,8	1,2
	18,0	1,0	0,47	0,67	1,0	1,3
	22,0	1,0	0,58	0,90	1,3	1,4
	28,0	1,5	1,11	1,60	2,4	1,6
	35,0	1,5	1,42	2,21	3,1	1,7
	42,0	1,5	1,70	2,89	4,4	1,9
	54,0	2,0	2,91	4,87	7,3	2,1
	64,0	2,0	3,47	6,29	9,8	2,3
	76,1	2,0	4,10	8,20	14,0	2,6
	88,9	2,0	4,90	10,50	16,4	
	108,0	2,0	7,40	15,70	27,5	2,8
	133,0	3,0	10,90	31,50	35,8	
	159,0	3,0	13,10	31,50	43,5	

① para tubería con espesor de pared normal. (**) Distancia máx. recomendada entre soportes de tuberías horizontales según Tabla 3 Norma UNE 100-152-88.

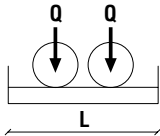
Tabla de Selección de Carriles.

TUBERÍAS ACERO DIN 2440

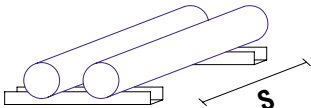
Diámetro de Tuberías		Peso/m Tubería (*)	Separación soportes
DN (")	Dext (mm)	Q (Kp/m)	S (m)
3/4"	26,9	2,02	1,9
1"	33,7	3,13	2,1
1 1/4"	42,4	4,30	2,4
1 1/2"	48,3	5,15	2,5
2"	60,3	7,55	2,8
2 1/2"	76,1	10,52	3,1
3"	88,9	13,98	3,4
4"	114,3	21,30	3,8
5"	139,7	30,17	4,1
6"	165,1	39,06	4,4

2 Tuberías	3 Tuberías	4 Tuberías	5 Tuberías	6 Tuberías

* Se ha estimado el peso de la tubería llena de agua.



S: Separación máxima entre soportes según UNE 100-152.
DN: Diámetro nominal de la tubería en pulgadas.
Dext: Diámetro exterior de la tubería en mm.
Q: Peso de cada tubería en Kp/m.
L: Longitud del carril en mm.



↓ : Carga a tracción en los apoyos.
■ : Sistema ligero ML.
■ : Sistema pesado MQ.

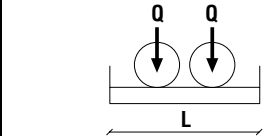
Tabla de Selección de Carriles.

TUBERÍAS ACERO DIN 2448

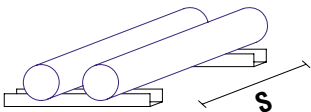
Diámetro de Tuberías		Peso/m Tubería (*)	Separación soportes
DN (")	Dext (mm)	Q (Kp/m)	S (m)
3/4"	26,9	1,80	1,9
1"	33,7	2,65	2,1
1 1/4"	42,4	3,91	2,4
1 1/2"	48,3	4,41	2,5
2"	60,3	6,47	2,8
2 1/2"	76,1	9,16	3,1
3"	88,9	12,15	3,4
4"	114,3	18,90	3,8
5"	139,7	27,12	4,1
6"	165,1	36,93	4,4

2 Tuberías	3 Tuberías	4 Tuberías	5 Tuberías	6 Tuberías

* Se ha estimado el peso de la tubería llena de agua.



S: Separación máxima entre soportes según UNE 100-152.
DN: Diámetro nominal de la tubería en pulgadas.
Dext: Diámetro exterior de la tubería en mm.
Q: Peso de cada tubería en Kp/m.
L: Longitud del carril en mm.



↓ : Carga a tracción en los apoyos.
■ : Sistema ligero ML.
■ : Sistema pesado MQ.

Software Técnico de Instalación



Software para Diseño de Instalaciones

Abrazaderas

Carril

Puntos Fijos

Anclajes

IDS: Software para diseño de instalaciones.

Abrazaderas: Diseño de instalaciones

Este programa asesora en el diseño de instalaciones y las correspondientes fijaciones requeridas.

Resumen de las características básicas:

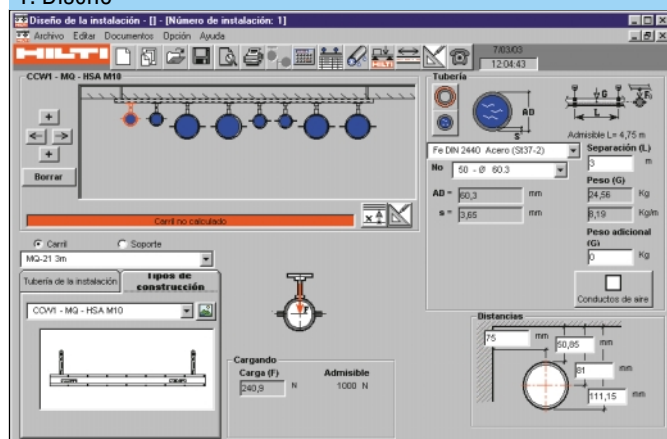
- Rápido croquis de la instalación añadiendo o copiando las líneas de tuberías y sus estructuras de fijación.
- Creación automática de diseños en CAD.
- Base de datos fotográfica de productos y aplicaciones previamente definidas.
- Cálculo sencillo de cambios de longitud y condensación.
- Genera el listado de material necesario para la instalación.
- Posibilidad de imprimir informes de: Pedidos de material, esquemas, fotos y comentarios de productos.
- Excelente documentación con informes impresos específicos para cada proyecto.

Aplicación:

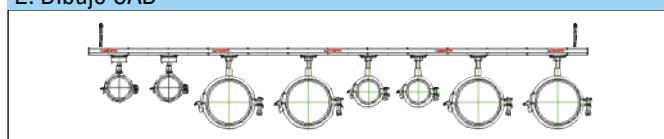


Solución:

1. Diseño



2. Dibujo CAD



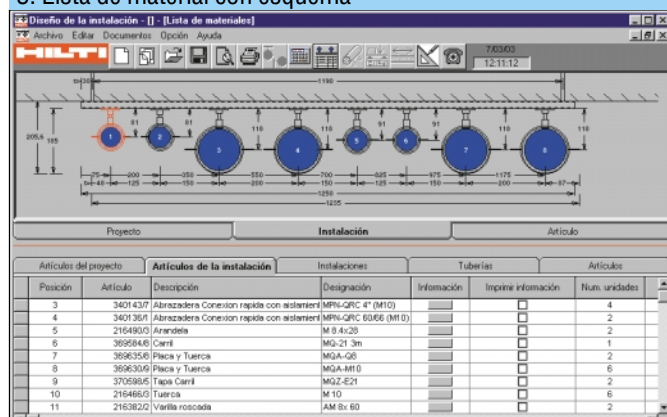
4. Informe impreso: esquema y listado de material

HILTI		Cliente:	Usuario de la instalación:	Página
HilTI España S.A.		Dirección:	Proyecto:	1
Edificio de la zona 35			Objeto:	
28034 Madrid			Archivo:	
			Fecha:	18/03/05
Tel. 91 354 22 00		Fax:	Nombre:	

Número de instalación: 1
 Longitud de la instalación = 4.25 m - Num. unidades = 1 - Separación: 4.25 m

Posición	Artículo	Designación	Num. unidades	Metros
1	3356909	Fe DIN 2440 - No disponible 50	1	
	2183822	Abrazadera Estándar con aislamiento MPN-RC 2 M8-M10	1	
	3696358	Varilla rosada AM 8x60	1	
2	3356909	Fe DIN 2440 - No disponible 50	1	
	2183822	Abrazadera Estándar con aislamiento MPN-RC 2 M8-M10	1	
	3696358	Varilla rosada AM 8x60	1	
3	3356909	Fe DIN 2440 - No disponible 100	1	
	3401437	Abrazadera Conexión rápida con aislamiento MPN-RC 4' (M10)	1	
	2183910	Varilla rosada AM 10x60	1	
4	3696309	Placa y Tuerca MQA-M10	1	
	2184890	Tuerca M10	1	
	3401437	Fe DIN 2440 - No disponible 100	1	
5	3401437	Abrazadera Conexión rápida con aislamiento MPN-RC 4' (M10)	1	
	2183910	Varilla rosada AM 10x60	1	
	3696309	Placa y Tuerca MQA-M10	1	
6	2184890	Tuerca M10	1	
	3401437	Fe DIN 2440 - No disponible 50	1	
	3401381	Abrazadera Conexión rápida con aislamiento MPN-RC 2 M8-M10	1	
7	2183910	Varilla rosada AM 10x60	1	
	3696309	Placa y Tuerca MQA-M10	1	
	3696309	Placa y Tuerca MQA-M10	1	

3. Lista de material con esquema



Carril: Diseño de carril

Programa para calcular y elegir los carriles para el montaje.

Resumen de las características básicas:

- Rápida evaluación de los carriles con los datos de partida.
- Recomendación automática de las secciones de carril más adecuadas.
- El resultado del diseño aparece también en forma de diagrama.
- Genera el listado de material necesario para la instalación.
- Posibilidad de imprimir informes de: Listado de material, esquemas, fotos y comentarios de productos.
- Excelente documentación con informes impresos específicos para cada proyecto.

Aplicación:



Solución:

1. Introducción de datos

Puntos de apoyo	Distancia desde la izq. A [m]	Vano L [m]
1	0,03	1,19
2	1,22	0,03

2. Evaluación / selección de carril

OK	Typ
☒	MQ-41 6m
☒	MQ-52 6m
☒	MQ-72 6m
☒	MQ-21 D 3m
☒	MQ-41 D 3m
☒	MQ-41 D 6m
☒	MQ-124X D 6m
☒	MQ-52 72 D 6m

3. Informe impreso: Datos de entrada / datos de salida / diagramas

Diseño de carriles
Carril: MQ-413.3m
Longitud del carril: 1,25[m]

Puntos de apoyo	Distancia desde la izq. A [m]	Vano L [m]
1	0,03	1,19
2	1,22	0,03

Tensión (eje-Y)

Num.	Carga [kN]	X [m]	L [m]	Carga unif. momento repartido [kN/m]
0	0,03	0	1,25	0,03

Carga puntual

Num.	Carga [kN]	X [m]
1	0,04	0,04
2	0,04	0,14
3	0,04	0,24
4	0,04	0,34
5	0,04	0,44
6	0,04	0,54
7	0,04	0,64
8	0,04	0,74
9	0,04	0,84

Carril: MQ-413.3m

Propiedad	Valor
Máx. tensión normal permitida σ	188 [N/mm ²]
Módulo de elasticidad E	210000 [N/mm ²]
Máx. flecha permitida f	1 / 200 Viga
Máx. flecha permitida f	1 / 150 Soporte
Momento de inercia Iy	7,0169 [cm ⁴]
Módulo resistente Wy	3,2606 [cm ³]

Tensión de flexión y Momento flector

Puntos de apoyo	A/L [m]	L [m]	A/L [m]	A/L [m]	A/L [m]
1	0,03	0,03	1,19	1,22	0,03

Diagramas

Diagrama de la carga (eje-Y)

Diagrama de la reacción en pto. apoyo R [kN]

Diagrama de la carga cortante a izq. Ql [kN]

Diagrama de la carga cortante a dcha. Qr [kN]

Diagrama del momento flector Mb [kNm]

Diagrama de la tensión de flexión s [N/mm²]

Diagrama de la flecha f [mm]

Puntos fijos: Diseño de puntos fijos

Programa para diseñar puntos fijos y elementos deslizantes.

Resumen de las características básicas:

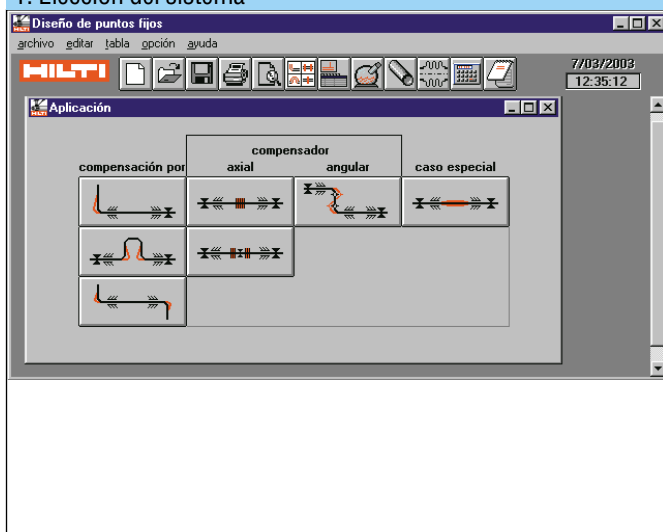
- Selección del sistema posible: Codo o junta de dilatación.
- Cálculo de la fuerza en el punto fijo y elección de puntos fijos y conectores deslizantes.
- Genera el listado de material necesario para la instalación.
- Instrucciones para la instalación de puntos fijos.
- Excelente documentación con informes impresos específicos para cada proyecto.

Aplicación:

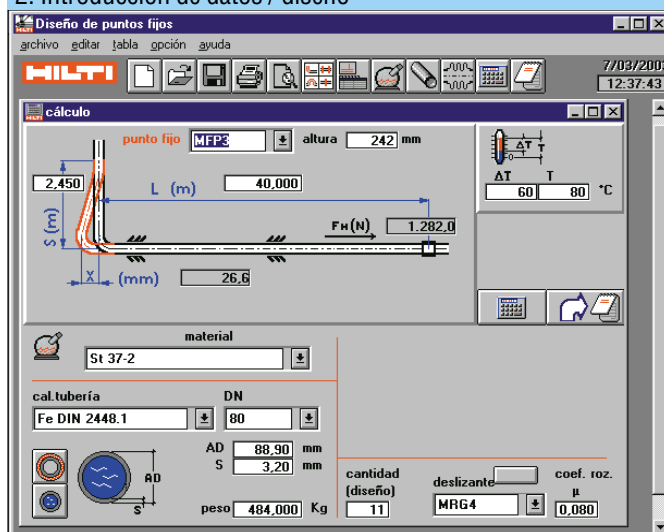


Solución:

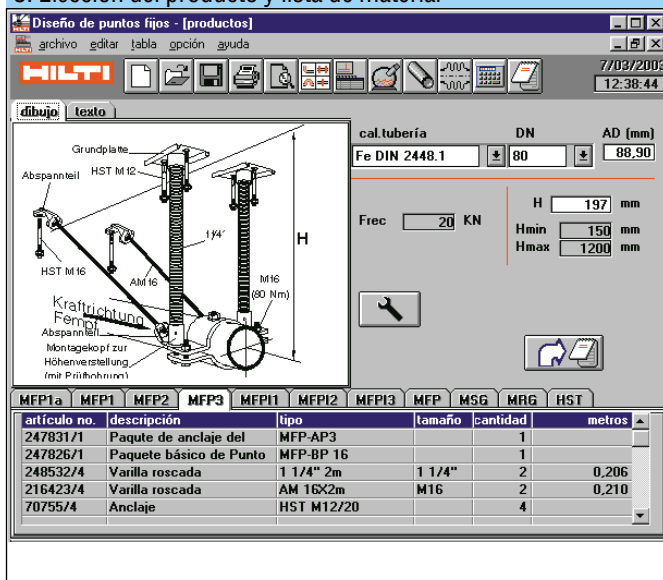
1. Elección del sistema



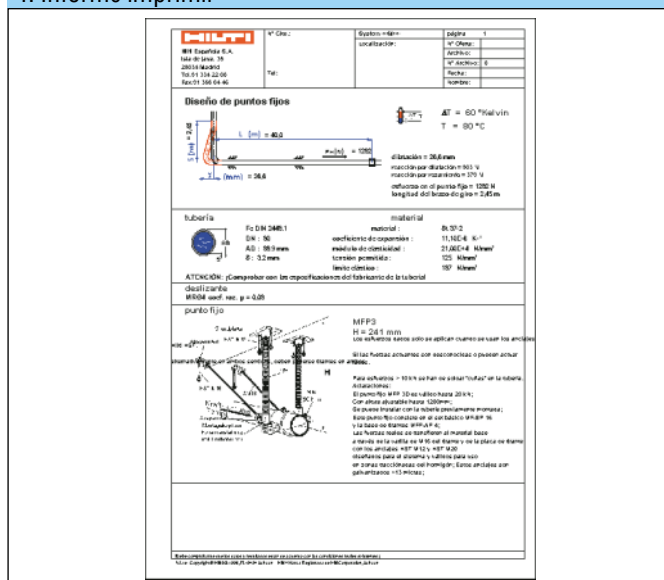
2. Introducción de datos / diseño



3. Elección del producto y lista de material



4. Informe imprimir



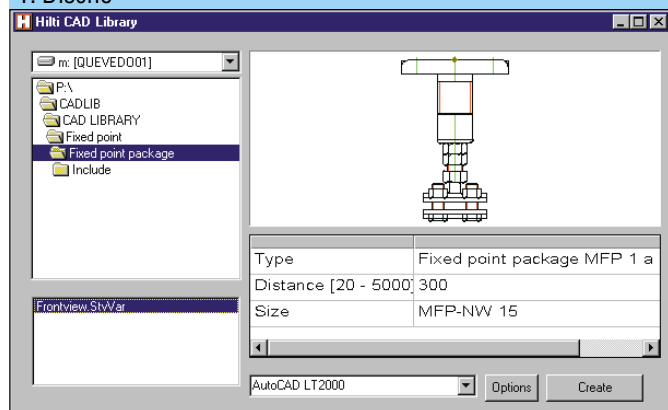
Biblioteca CAD: Biblioteca CAD de producto

Resumen de las características básicas:

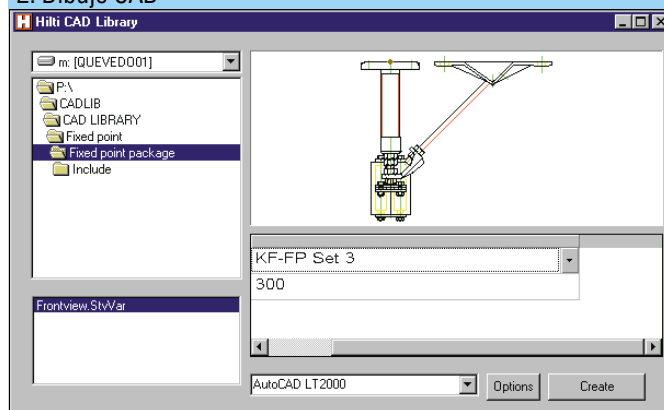
- Símbolos parametrizados en CAD: se introducen, varios parámetros, por ejemplo longitud posible, modificación automática del dibujo.
- Dibujos CAD con varias vistas.
- Los símbolos CAD se pueden exportar a distintos sistemas CAD.

Solución:

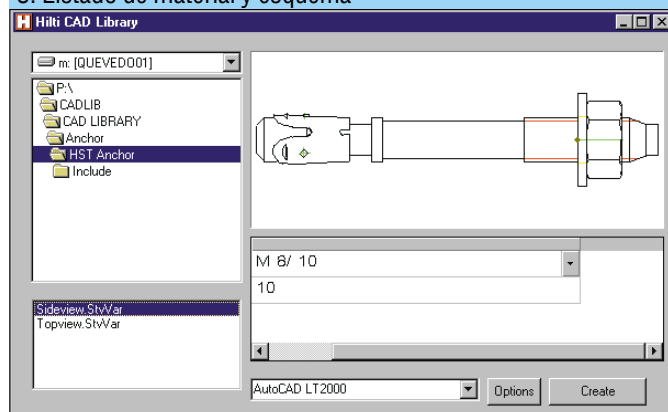
1. Diseño



2. Dibujo CAD



3. Listado de material y esquema



4. Imprimir: esquema y listado de material

