

NTE

Cálculo

1

Cargas Térmicas



ECT

1988 1.ª Revisión

1

1. Ambito de aplicación

Cálculo del efecto de las variaciones dimensionales debidas a los cambios de temperatura, en estructuras cuya libre deformación se encuentre coaccionada en alguna dirección o sentido.

2. Juntas de dilatación

En estructuras de entramado metálico o de hormigón armado, se puede prescindir de la acción térmica si se crean juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 m.

3. Proceso de cálculo

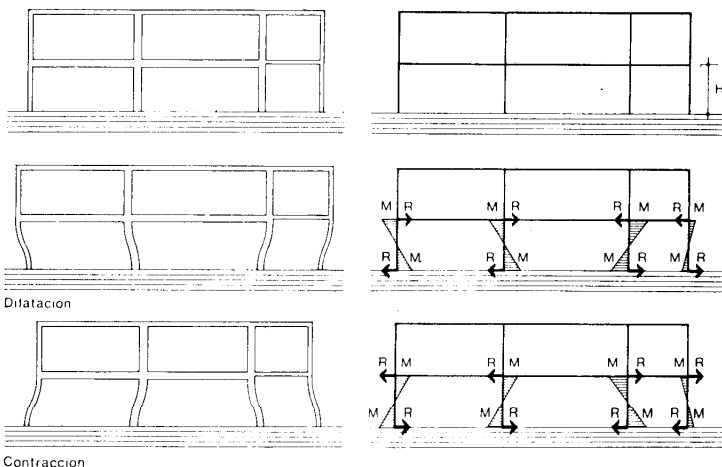
El desplazamiento por carga térmica de la cabeza superior de un soporte perteneciente a la planta baja de un pórtico, crea en él unos momentos flectores:

$$M = \pm a \cdot c \cdot d \text{ m} \cdot \text{kg}$$

y unas reacciones:

$$R = \pm \frac{b \cdot c \cdot d}{H} \text{ kg}$$

Siendo: H la altura del soporte en m
a, b, c y d los siguientes coeficientes:



Coeficientes a y b

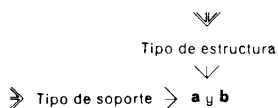


Tabla 1

Tipo de estructura

Tipo de soporte		Tipo de estructura		
		Cualquiera protegida	Cualquiera a la intemperie	Metálica expuesta a radiación solar
Doblemente empotrado	a	0,33	0,67	1,00
	b	0,67	1,34	2,00
Empotrado-articulado	a	0,17	0,33	0,50
	b	0,17	0,33	0,50

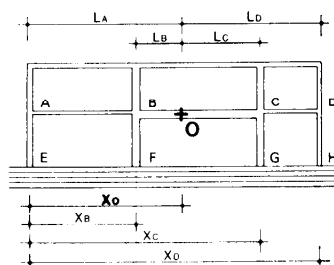
Coeficiente C

Las Tablas 2 y 3 dan los valores c
Siendo:

D = dimensión menor de la sección del dintel del pórtico, en caso de hormigón armado, en cm.

L = distancia en metros del soporte analizado al punto o, que se encuentra en el eje de simetría en caso de estructuras perfectamente simétricas y en caso contrario a una distancia:

$$X_o = \frac{d_B X_B + d_C X_C + \dots + d_N X_N}{d_A + d_B + d_C + \dots + d_N}$$



H = altura del soporte en m

Tabla 2. Estructuras de hormigón armado y estructuras mixtas

D = dimensión menor de la sección del dintel en cm

H = Altura del soporte en m

Distancia L → C

	15	20	25	30	35	40	45	50
1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
3	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5
4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,7
5	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,8
6	6,2	6,3	6,5	6,6	6,7	6,9	7,0	7,0
7	7,2	7,4	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	8,2
8	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3	9,3
9	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,5	10,5
10	10,2	10,5	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,6
11	11,3	11,6	11,9	12,1	12,3	12,6	12,8	12,8
12	12,3	12,6	12,9	13,2	13,4	13,7	14,0	14,0
13	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	14,9	15,1	15,1
14	14,4	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,3
15	15,4	15,0	16,1	16,5	16,8	17,2	17,4	17,4
16	16,5	16,8	17,3	17,6	17,9	18,3	18,6	18,6
17	17,5	17,9	18,3	18,7	19,1	19,5	19,8	19,8
18	18,5	18,9	19,4	19,8	20,2	20,6	21,0	21,0
19	19,5	20,0	20,5	20,8	21,3	21,8	22,1	22,1
20	20,6	21,0	21,6	22,0	22,4	23,0	23,3	23,3
21	21,0	22,1	22,7	23,1	23,5	24,0	24,5	24,5
22	22,6	23,1	23,7	24,2	24,7	25,2	25,6	25,6
23	23,7	24,2	24,8	25,3	25,8	26,3	26,8	26,8
24	24,7	25,2	26,0	26,4	27,0	27,5	28,0	28,0
25	25,7	26,3	27,0	27,5	28,0	28,6	29,1	29,1
26	26,7	27,3	28,0	28,6	29,1	29,8	30,3	30,3
27	27,8	28,4	29,1	29,7	30,3	30,9	31,5	31,5
28	28,8	29,5	30,2	30,8	31,4	32,1	32,8	32,8
29	29,8	30,5	31,3	31,9	32,5	33,2	33,8	33,8
30	30,9	31,6	32,4	33,0	33,6	34,3	34,9	34,9
31	31,9	32,6	33,4	34,1	34,7	35,5	36,1	36,1
32	32,9	33,7	34,5	35,2	35,9	36,6	37,3	37,3
33	34,0	34,7	35,6	36,3	37,0	37,8	38,4	38,4
34	35,0	35,8	36,7	37,4	38,1	38,9	39,6	39,6
35	36,0	36,8	37,8	38,5	39,2	40,1	40,8	40,8
36	37,0	37,9	38,8	39,6	40,4	41,2	41,9	41,9
37	38,1	38,9	39,9	40,7	41,5	42,4	43,1	43,1
38	39,1	40,0	41,0	41,8	42,6	43,5	44,3	44,3
39	40,1	41,0	42,1	42,9	43,7	44,7	45,4	45,4
40	41,2	42,1	43,2	44,0	44,8	45,8	46,6	46,6

	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2
1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	7	9	11	13	16	21	29	41	64
2	2	2	3	3	4	4	5	6	8	11	14	17	21	25	32	42	57	82	129
3	3	3	4	4	5	5	6	8	10	12	16	21	26	31	38	48	63	86	124
4	4	5	5	6	7	7	8	10	13	16	22	29	34	41	51	64	84	115	165
5	5	6	7	8	9	9	11	13	16	20	27	36	43	51	64	80	105	143	206
6	6	7	8	9	11	11	13	15	19	24	32	43	51	62	76	97	126	172	247
7	7	8	9	11	13	13	15	18	22	28	38	50	60	72	89	113	147	201	289
8	8	9	11	12	14	14	17	21	26	32	43	57	68	82	102	129	168	229	330
9	9	10	12	14	16	16	19	23	29	36	49	64	77	93	115	145	190	258	371
10	10	12	13	15	18	18	21	26	32	41	54	71	86	103	128	161	211	287	412
11	11	13	15	17	20	20	23	28	35	45	59	79	94	113	140	177	232	315	454
12	12	14	16	18	22	22	25	31	39	49	65	86	103	124	153	193	253	344	495
13	13	15	18	20	23	23	28	33	43	53	70	93	111	134	166	209	274	373	536
14	14	16	19	22	25	25	30	36	45	57	76	100	120	144	179	225	295	401	577
15	15	17	20	23	27	27	32	39	48	61	81	107	128	156	191	241	316	430	618
16	16	19	22	25	29	34	41	51	65	87	114	137	165	204	258	337	459	660	1031
17	17	20	23	26	31	36	44	55	69	92	122	146	175	217	274	358	487	701	1095
18	18	21	24	28	32	38	46	58	73	97	129	154	185	230	290	379	516	742	1160
19	19	22	26	29	34	40	49	61	77	103	136	163	196	242	306	400	545	783	1224
20	21	23	27	31	36	42	51	64	81	108	143	171	206	255	322	421	573	825	1288
21	21	24	28	32	38	45	54	68	86	114	150	180	216	268	338	440	600	866	1363
22	22	25	30	34	40	47	57	71	89	119	157	188	227	281	354	463	631	907	1417
23	23	27	31	36	41	49	59	74	93	124	164	197	237	293	370	484	660	948	1482
24	24	28	32	37	43	51	62	77	97	130	172	206	247	306	386	506	688	990	1546
25	26	30	34	39	45	53	64	80	101	135	179	214	258	319	403	527	717	1031	1611
26	27	30	35	40	47	55	67	84	105	141	186	223	268	332	419	548	745	1072	1675
27	28	31	36	42	49	57	70	87	110	146	193	231	278	344	435	569	774	1113	1739
28	29	32	38	43	50	59	72	90	114	151	200	240	289	357	451	590	803	1153	1803
29	30	34	39	45	52	62	75	93	118	157	207	248	298	370	467	611	831	1196	1868
30	31	35	41	46	54	64	77	97	122	162	214	257	309	383	483	632	860	1237	1932
31	32	36	42	48	56	66	80	100	126	168	222	266	320	395	499	653	889	1278	1997
32	33	37	43	49	58	68	82	103	130	173	229	274	330	408	515	674	917	1319	2062
33	34	38	45	51	59	70	85	106	134	179	236	283	340	421	531	695	946	1361	2126
34	35	39	46	53	61	72	88	109	138	184	243	291	350	434	548	716	975	1402	2190
35	36	41	47	54	63	74	90	113	147	199	259	309	361	440	564	737	1003	1443	2255
36	37	42	49	56	65	76	93	116	146	195	257	308	371	459	580	758	1032	1454	2319
37	38	43	50	57	67	79	96	119	150	200	265	317	381	472	596	779	1061	1526	2384
38	39	44	51	59	68	81	98	122	154	206	272	326	392	485	612	801	1089	1567	2448
39	40	45	53	60	70	83	100	126	158	211	279	334	402	497	628	822	1118	1608	2513
40	41	46	54	62	72	85	103	129	162	216	286	343	412	510	644	843	1147	1649	2577

L = distancia del soporte al punto O en m

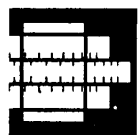
Tabla 3. Estructuras metálicas

H = Altura del soporte en m

Distancia L **C**

L = distancia del soporte al punto O en m

	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2
1	12	14	16	18	21	25	30	38	48	63	84	100	121	150	189	247	336	484	756
2	24	27	32	36	42	50	60	76	95	127	168	201	242	290	378	504	673	968	1512
3	36	41	48	54	63	75	91	113	143	190	252	302	363	449	567	742	1009	1451	2268
4	48	54	63	72	85	100	121	151	190	254	336	402	484	599	756	989	1346	1935	3024
5	60	68	79	91	106	125	151	189	238	317	419	503	605	748	945	1236	1632	2419	3780
6	72	82	95	109	127	150	181	227	286	381	503	603	726	898	1134	1483	2018	2903	4536
7	85	95	111	127	148	175	212	265	333	444	587	704	847	1048	1323	1730	2355	3387	5292
8	97	109	127	145	169	200	242	302	381	503	671	804	968	1197	1512	1918	2691	3971	6045
9	109	122	143	163	191	225	272	340	429	572	755	909	1089	1347	1701	2225	3029	4355	6904
10	121	136	159	181	212	249	302	378	476	635	839	1005	1210	1497	1890	2472	3364	4838	7560
11	133	150	175	200	233	274	333	416	524	698	923	1106	1331	1647	2079	2719	3701	5322	8316
12	145	163	191	218	254	299	363	454	572	762	1007	1207	1451	1796	2268	2966	4037	5806	9072
13	157	177	206	236	277	324	393	491	619	826	1091	1307	1572	1946	2457	3214	4373	6290	9829
14	169	190	222	254	296	349	423	529	667	899	1175	1408	1693	2096	2646	3461	4710	6774	10564
15	181	204	238	272	317	374	454	567	714	953	1259	1508	1814	2245	2835	3703	5046	7258	11340
16	194	218	254	290	339	399	484	605	762	1016	1343	1609	1935	2395	3024	3955	5383	7741	12096
17	206	231	270	308	360	424	514	643	810	1040	1427	1709	2066	2545	3213	4203	5719	8225	12852
18	218	245	286	327	381	449	544	680	857	1113	1510	1810	2177	2694	3432	4450	6056	8709	13650
19	230	258	302	345	402	474	575	718	906	1207	1644	1991	2398	2844	3591	4697	6392	9137	14362
20	242	272	317	363	423	499	605	758	953	1270	1716	2011	2419	2994	3780	4944	6728	9677	15150
21	254	286	331	381	445	524	635	794	1000	1334	1762	2111	2540	3143	3969	5191	7065	10161	15876
22	266	299	349	399	466	549	665	832	1048	1397	1846	2212	2661	3293	4158	5439	7401	10644	16638
23	278	313	365	417	487	574	695	869	1095	1461	1920	2313	2782	3443	4347	5636	7738	11128	17352
24	290	327	381	435	508	599	726	907	1143	1524	2014	2413	2903	3592	4536	5933	8074	11612	18090
25	302	340	397	454	529	624	758	945	1191	1588	2095	2514	3024	3742	4755	6180	8400	12096	18900
26	314	354	413	472	550	649	786	983	1238	1651	2182	2614	3145	3892	4914	6427	8747	12580	19656
27	327	367	428	487	571	674	814	1021	1286	1715	2266	2715	3266	4042	5103	6625	9033	13064	20404
28	339	381	445	506	593	699	847	1058	1331	1748	2350	2815	3387	4191	5292	6927	9420	13548	21191
29	351	395	460	526	614	723	857	1066	1381	1842	2434	2916	3508	4341	5481	7169	9756	14031	21922
30	363	408	476	544	635	748	907	1134	1429	1905	2517	3016	3629	4491	5670	7416	10093	14515	22686
31	375	422	492	562	656	769	937	1172	1476	1969	2601	3117	3750	4640	5859	7664	10429	15000	23436
32	387	435	508	581	677	798	968	1210	1524	2025	2685	3227	3971	4790	6045	7945	10765	15493	24194
33	399	448	524	599	699	823	998	1242	1572	2096	2769	3319	3992	4940	6217	8158	11110	15967	24940
34	411	463	540	617	720	848	1028	1285	1617	2159	2853	3419	4113	5089	6426	8465	11438	16451	25704
35	423	470	550	630	741	873	1058	1323	1675	2226	2937	3519	4234	5230	6615	8652	11776	16934	26466
36	435	490	571	653	762	898	1099	1363	1717	2286	3021	3620	4355	5389	6804	8900	12111	17418	27212
37	448	503	587	671	783	923	1119	1399	1762	2350	3105	3720	4476	5558	6993	9147	12443	17900	27972
38	460	517	603	689	804	948	1149	1436	1810	2413	3189	3821	4596	5688	7182	9394	12784	18386	28727
39	472	531	619	708	826	973	1179	1474	1857	2477	3273	3921	4717	5833	7371	9641	13120	18820	29484
40	484	544	635	726	847	996	1210	1512	1905	2540	3357	4022	4838	5987	7560	9888	13457	19354	30240



2

NTE

Cálculo



2

ECT

1988 1.ª Revisión

Coeficiente d

Se encuentra tabulado para casos normales de soportes de estructuras de hormigón armado en las Tablas 4 y 5, para metálicas en las 6, 7 y 8 y para mixtas en la 9.

Tabla 4-Soportes rectangulares de hormigón armado

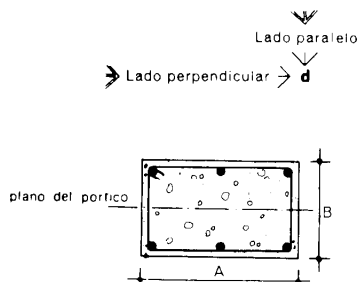


Tabla 5-Soportes circulares de hormigón armado

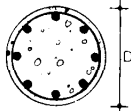


Tabla 6-Soportes metálicos de ala ancha



Tabla 7-Soportes metálicos

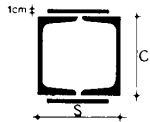


Tabla 8-Soportes metálicos

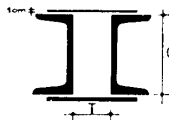
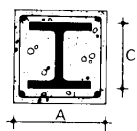


Tabla 9-Soportes mixtos



B = Lado de la sección del soporte perpendicular al plano del pórtico, en cm

A = Lado de la sección del soporte paralelo al plano del pórtico, en cm

	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
25	3,2	5,6	8,9	13,3	18,9	26,0	34,6	45,0	57,2	71,4	87,8	106,6
30	3,9	6,8	10,7	16,0	22,7	31,2	41,5	54,0	68,6	85,7	105,4	128,0
35	4,5	7,8	12,5	18,6	26,5	36,4	48,5	63,0	80,0	100,0	123,0	149,3
40	5,2	9,0	14,2	21,3	30,3	41,6	55,4	72,0	91,5	114,3	140,6	170,6
45	5,8	10,1	16,0	24,0	34,1	46,8	62,3	81,0	102,9	128,6	158,2	192,0
50	6,5	11,2	17,8	26,6	37,9	52,0	69,3	90,0	114,4	142,9	175,7	213,3
55	7,1	12,3	19,6	29,3	41,7	57,2	76,2	99,0	125,8	157,2	193,3	234,6
60	7,8	13,5	21,4	32,0	45,5	62,5	83,1	108,0	137,3	171,5	210,9	256,0
65	8,4	14,6	23,2	34,6	49,3	67,7	90,1	117,0	148,7	185,7	228,5	277,3
70	9,1	15,7	25,0	37,3	53,1	72,9	97,0	126,0	160,2	200,0	246,0	298,6
75	9,7	16,8	26,7	40,0	56,9	78,1	103,9	135,0	171,6	214,3	263,6	320,0
80	10,4	18,0	28,5	42,6	60,7	83,3	110,9	144,0	183,0	228,6	281,2	341,3

Diámetro en cm D	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
d	1,9	4,0	7,4	12,5	20,1	30,7	44,9	63,6	87,6	117,9	155,3	201,0

C = Altura del perfil, en cm	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	40
Plano del pórtico - H - d	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,5	1,9	2,5	3,1	3,7	4,3	5,8
Plano del pórtico - T - d	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1

C = Altura del perfil, en cm	10	12	14	16	18	20	22	24	25/8	25/10	26	28	30
S = Separación en cm	13	15	18	20	22	24	26	28	29	30	30	32,5	33
d	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	2,1	2,0	2,5	3,1

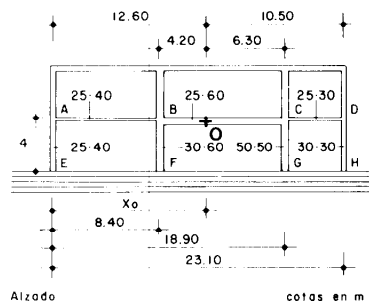
C = Altura del perfil, en cm	10	12	14	16	18	20	22	24	25/8	25/10	26	28	30
T = Separación en cm	5	6	7,5	9	10	12	13	15	15,5	14,5	16	18	20
d	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0	1,3	1,8	1,9	2,3	2,3	2,9	3,6

A = Lado del soporte, en cm	35	35	35	40	40	45	45	45	50	50
C = Altura del perfil, en cm	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Plano del pórtico - H - d	13,8	14,8	16,2	27,1	29,9	46,3	51,1	56,6	81,0	90,0
Plano del pórtico - T - d	13,0	13,3	13,8	23,4	24,3	38,4	40,1	41,9	62,0	65,0

Para otros tipos de soportes basta tomar para d el valor de momento de inercia correspondiente en dm⁴

4. Ejemplo

Datos	Tabla	Coefficientes
Estructura de hormigón armado, protegida, soportes doblemente empotrados	1	$a = 0,33$ $b = 0,67$
Estructura no simétrica	4	$d_A = 13,3$ $d_B = 54$ $d_C = 52$ $d_D = 6,8$ $X_0 = 12,60 \text{ m}$
$X_A = 0$ $X_B = 8,4 \text{ m}$ $X_C = 18,9 \text{ m}$ $X_D = 23,1 \text{ m}$ $X_0 = \frac{54 \cdot 8,40 + 52 \cdot 18,90 + 6,8 \cdot 23,10}{13,3 + 54 + 52 + 6,8}$		
$D = 25 \text{ cm}$ $H = 4 \text{ m}$	2	$c_A = 193$ $c_B = 64$ $c_C = 95$ $c_D = 159$



Momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_A &= \pm 0,33 \cdot 193 \cdot 13,3 = \pm 847 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_E \\
 M_B &= \pm 0,33 \cdot 64 \cdot 54,0 = \pm 1140 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_F \\
 M_C &= \pm 0,33 \cdot 95 \cdot 52,0 = \pm 1630 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_G \\
 M_D &= \pm 0,33 \cdot 159 \cdot 6,8 = \pm 357 \text{ m} \cdot \text{kg} = M_H
 \end{aligned}$$

Reacciones

$$\begin{aligned}
 R_A &= \pm \frac{0,67 \cdot 193 \cdot 13,3}{4} = \pm 430 \text{ kg} = R_E \\
 R_B &= \pm \frac{0,67 \cdot 64 \cdot 54}{4} = \pm 578 \text{ kg} = R_F \\
 R_C &= \pm \frac{0,67 \cdot 95 \cdot 52}{4} = \pm 827 \text{ kg} = R_G \\
 R_D &= \pm \frac{0,67 \cdot 159 \cdot 6,8}{4} = \pm 181 \text{ kg} = R_H
 \end{aligned}$$