

**Aprovechamiento.**-Todo proceso industrial cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los residuos.

#### Artículo undécimo.

1. Los Departamentos Ministeriales competentes impulsarán los estudios necesarios para la investigación y desarrollo tecnológico cuyo objetivo sea el tratamiento de los residuos sólidos, a fin de promover tanto la implantación de sistemas adecuados para su eliminación, como el aprovechamiento racional de los recursos contenidos en los mismos.

2. La Administración Central, de acuerdo con las previsiones suministradas por las Comunidades Autónomas, elaborará un Plan Nacional de Gestión de Residuos, que será aprobado por el Gobierno mediante Real Decreto. Dicho plan señalará los objetivos a desarrollar, el plazo de ejecución y el marco financiero para su realización.

3. Corresponde a las Comunidades Autónomas formular planes de gestión de residuos en su ámbito territorial, de acuerdo con las previsiones de esta Ley y del Plan Nacional de Gestión de Residuos. Dichos planes serán de obligado cumplimiento para Entidades públicas y privadas.

4. Las Comunidades Autónomas, las Diputaciones Provinciales y los Cabildos y Consejos Insulares fomentarán la creación de consorcios y mancomunidades municipales de gestión de residuos sólidos urbanos a fin de dar cumplimiento a los planes de gestión que se establezcan.

5. Las Diputaciones Provinciales y los Cabildos y Consejos Insulares adoptarán las medidas oportunas para asegurar en el correspondiente término municipal, la prestación integral y adecuada de los servicios que la presente Ley atribuye a los Ayuntamientos, cuando éstos no puedan prestar el servicio por razones de carácter económico u organizativo, no se mancomunen entre sí a estos fines o no establezcan consorcio con las Diputaciones, Cabildos o Consejos.

6. Los Ayuntamientos y las Empresas autorizadas para la gestión de residuos enviarán a la Administración Central, a través de las Comunidades Autónomas, con periodicidad anual y en la forma que reglamentariamente se determine, información sobre la producción y gestión de los residuos en dicho periodo y, en especial, sobre las condiciones de su tratamiento y eliminación.

#### DISPOSICION FINAL TERCERA

El Gobierno, a propuesta de los Ministerios competentes, procederá a dictar el Reglamento para la aplicación de esta Ley. Asimismo reglamentariamente se procederá a adaptarla a la vigente estructura administrativa.»

Dado en Madrid a 13 de junio de 1986.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Obras Públicas y Urbanismo,  
JAVIER LUIS SAENZ COSCULLUELA

**16335** *ORDEN de 3 de junio de 1986 por la que se aprueban los documentos «Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IC», «Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IIC» y «Obras de paso de carreteras. Colección de pequeñas obras de paso 4.2 IC». (Continuación.)*

Ilustrísimo señor:

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo está facultado según el número 6 del artículo 5.º de la Ley de Carreteras 51/1974,

de 19 de diciembre, para el establecimiento revisión y actualización de la normativa técnica en dicha materia.

La puesta en marcha del Plan General de Carreteras y las modificaciones últimas de las instrucciones de hormigón armado y pretensado así como la experiencia en el uso de técnicas y materiales no tradicionales aconsejan la revisión y ampliación de la referida normativa.

La experiencia española de casi un siglo ha demostrado la eficacia y utilidad del empleo de colecciones oficiales de modelos de los elementos que más se repiten en las carreteras, como son las obras de fábrica y puentes de luces moderadas que, además de ahorrar la repetición de cálculos y dibujos permiten determinar con facilidad y suficiente aproximación la solución más adecuada en cada ocasión.

Las colecciones de puentes aprobadas hasta ahora están preparadas para que los tableros sean independientes por lo cual, cuando se construye una obra de varios vanos, es preciso una junta de pavimentos en cada estribo o pila. Modernamente se ha desarrollado la técnica de unir los tableros de dos o más tramos pero respetando la independencia de las vigas en que se apoya. Dos de las colecciones objeto de esta Orden introducen esta técnica en nuestra normativa.

Por otra parte y respecto de las pequeñas obras de fábrica, entendiéndose como tales las luces libres iguales o menores de diez metros, la colección existente en la actualidad incluye únicamente obras en arco de hormigón en masa. Sin perjuicio de que dicha colección continúe estando vigente, pues no hay ningún inconveniente en ello, se ha considerado procedente ampliar los tipos estructurales y los materiales para construirlos. En la tercera de las colecciones objeto de esta Orden de incluyen marcos, pórticos, arcos y tubos de hormigón armado y tubos de acero corrugado así como las correspondientes boquillas y aletas.

De acuerdo con lo expuesto, con el informe favorable de la Comisión Permanente de Normas de Dirección General de Carreteras, y a propuesta de dicho Centro directivo,

Este Ministerio, en virtud de las facultades que le concede el artículo 5.º, número 6, de la Ley 51/1974, de 19 de diciembre, de carreteras ha dispuesto:

1. Aprobar los siguientes documentos que figuran como anexo a esta Orden:

Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IC.

Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IIC.

Obras de paso de carreteras. Colección de pequeñas obras de paso 4.2 IC.

2. El uso de dichas colecciones no es obligatorio, debiendo considerarse en cada caso si las soluciones que en ellas figuran son las más adecuadas al mismo.

3. Justificando el uso, el Proyectista queda eximido de incluir en el proyecto los cálculos justificativos y mediciones detalladas del puente de que se trate.

4. Queda autorizado el empleo de las colecciones objeto de la presente Orden a partir de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos.  
Madrid, 3 de junio de 1986.

SAENZ COSCULLUELA

Ilmo. Sr. Director general de Carreteras.

COLECCION DE PUENTES DE VIGAS PRETENSADAS IC

(Continuación.)

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $29,00 < L \leq 38,40m$**   
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 5,00 \text{ kp/cm}^2$**

$M^3 \text{ DE HORMIGON} = X_1 H^2 + (X_2 C + X_3) H + (X_4 C^2 + X_5 C + X_6)$

GRADO SISMICO	A							7,00	10,00	12,00
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	
G = VI	①	0,36	0,71	21,48	0,36	21,48	2,63	27,50	44,09	
	②	0,46	0,93	33,88	0,46	33,88	-15,13	18,35	40,67	
	③	0,54	1,09	44,67	0,54	44,68	-19,55	24,24	53,43	
G = VII	①	0,36	0,71	22,25	0,36	22,26	24,40	55,79	76,71	
	②	0,46	0,93	33,64	0,46	33,65	13,94	54,98	82,34	
	③	0,54	1,09	44,63	0,54	44,64	-7,72	70,64	-05,92	

$M^2 \text{ DE ENCOFRADO} = X_1 H + (X_2 C + X_3)$

GRADO SISMICO	A						7,00	10,00	12,00
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	
G = VI	①	10,80	10,80	8,46	17,76	23,98			
	②	14,00	14,00	6,64	17,44	24,64			
	③	16,40	16,40	10,68	23,28	31,68			
G = VII	①	10,80	10,80	12,34	21,64	27,84			
	②	14,00	14,00	10,63	21,43	28,63			
	③	16,40	16,40	15,54	28,14	36,54			

$M^3 \text{ DE EXCAVACION} = X_1 H^2 + (X_2 C + X_3) H + (X_4 C^2 + X_5 C + X_6)$

GRADO SISMICO	A							7,00	10,00	12,00
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	
G = VI	①	0,65	1,30	46,97	0,65	46,96	0,16	49,71	82,75	
	②	0,76	1,52	65,68	0,76	65,67	-22,08	40,27	81,83	
	③	0,84	1,68	81,87	0,84	81,87	-21,98	52,97	104,29	
G = VII	①	0,65	1,30	48,37	0,65	48,37	19,68	100,36	140,82	
	②	0,76	1,52	65,62	0,76	65,61	27,83	102,35	152,04	
	③	0,84	1,68	81,81	0,84	81,80	36,71	127,59	188,18	

$M^3 \text{ DE HORMIGON DE BASE} = 0,027 H^2 + (X_1 C + X_2) H + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5)$

GRADO SISMICO	A						7,00	10,00	12,00
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>	
G = VI	①	0,05	1,59	0,02	1,59	0,74	0,87	1,94	
	②	0,05	1,92	0,02	1,92	1,09	0,77	2,01	
	③	0,05	2,18	0,02	2,17	-1,19	0,90	2,29	
G = VII	①	0,05	1,64	0,02	1,64	0,61	2,64	3,99	
	②	0,05	1,92	0,02	1,92	0,52	2,80	4,32	
	③	0,05	2,17	0,02	2,17	0,59	3,11	4,79	

$KG \text{ DE ACERO} = X_1 H^2 + (X_2 C + X_3) H + (X_4 C^2 + X_5 C + X_6)$

GRADO SISMICO	A							7,00	10,00	12,00	7,00	10,00	12,00
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>
G = VI	①	11,22	22,44	1151,88	1270,93	1388,25	11,22	1077,40	79,20	1280,30	616,82	1516,10	1987,80
	②	14,38	28,76	1705,21	1836,38	1966,90	14,38	1617,90	1729,10	1841,40	293,55	1484,60	2135,20
	③	17,53	35,07	2285,22	2425,49	2546,23	17,53	2188,30	2316,50	2427,20	941,30	2688,50	3761,10
G = VII	①	11,22	22,44	1175,46	1382,16	1480,27	11,22	1101,00	1270,50	1338,10	2043,40	3087,80	3808,20
	②	14,38	28,76	1704,13	1909,80	2038,80	14,38	1616,80	1802,50	1877,00	2033,40	3384,40	4313,20
	③	17,53	35,07	2283,90	2503,81	2640,98	17,53	2187,00	2384,80	2464,40	3794,70	5905,10	7344,70

NOTAS: 1-LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2-PARA DIMENSION C VER PLANO 2.9

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICION DE ZAPATAS**  
 TRAMOS DE LUZ  $29,00 < L \leq 38,40$  m  
 TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 7,00$  kp/cm<sup>2</sup>

$M^3$  DE HORMIGON =  $x_1 H^2 + (x_2 C + x_3) H + (x_4 C^2 + x_5 C + x_6)$

GRADO SISMICO	A						7,00	10,00	12,00
	H	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>6</sub>
G=VI	①	0,33	0,66	18,91	0,33	18,92	0,22	21,61	35,87
	②	0,44	0,87	29,50	0,44	29,50	-14,41	14,48	33,74
	③	0,54	1,09	41,87	0,54	41,88	-34,06	3,42	28,41
G=VII	①	0,33	0,66	20,38	0,33	20,38	14,21	40,48	0,58
	②	0,44	0,87	31,46	0,44	31,46	-0,02	34,00	56,68
	③	0,54	1,09	43,87	0,54	43,87	-14,71	29,39	58,79

$M^2$  DE ENCOFRADO =  $x_1 H + (x_2 C + x_3)$

GRADO SISMICO	A			7,00	10,00	12,00
	H	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>3</sub>
G=VI	①	13,00	10,00	9,56	18,86	25,06
	②	13,20	13,20	7,63	18,43	25,63
	③	16,40	16,40	6,85	19,45	27,85
G=VII	①	10,00	10,00	13,05	22,35	28,55
	②	13,20	13,20	11,47	22,27	29,47
	③	16,40	16,40	10,88	23,48	31,88

$M^3$  DE EXCAVACION =  $x_1 H^2 + (x_2 C + x_3) H + (x_4 C^2 + x_5 C + x_6)$

GRADO SISMICO	A						7,00	10,00	12,00
	H	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>6</sub>
G=VI	①	0,62	1,25	42,89	0,62	42,89	-7,58	36,01	65,07
	②	0,73	1,46	59,23	0,73	59,23	-25,13	29,82	66,45
	③	0,84	1,68	77,57	0,84	77,56	-48,95	18,41	63,31
G=VII	①	0,62	1,25	45,65	0,62	45,65	17,45	69,38	104,01
	②	0,73	1,46	62,50	0,73	62,49	0,39	63,61	105,76
	③	0,84	1,68	80,63	0,84	80,63	-16,38	61,05	112,68

$M^3$  DE HORMIGON DE BASE =  $0,027 M^2 + (x_1 C + x_2) H + (x_3 C^2 + x_4 C + x_5)$

GRADO SISMICO	A						7,00	10,00	12,00
	H	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>5</sub>	
G=VI	①	0,05	1,51	0,02	1,51	-1,26	0,12	1,04	
	②	0,05	1,78	0,02	1,78	-1,48	0,13	1,20	
	③	0,05	2,04	0,02	2,04	-1,85	-0,07	1,12	
G=VII	①	0,05	1,63	0,02	1,63	-0,48	1,21	2,34	
	②	0,05	1,90	0,02	1,90	-0,73	1,16	2,42	
	③	0,05	2,14	0,02	2,13	-0,95	1,15	2,55	

KG DE ACERO =  $x_1 H^2 + (x_2 C + x_3) H + (x_4 C^2 + x_5 C + x_6)$

GRADO SISMICO	A						7,00	10,00	12,00	7,00	10,00	12,00	
	H	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>6</sub>	
G=VI	①	11,22	22,44	1093,27	1209,29	1323,41	11,22	1022,00	1121,50	1219,80	35,14	751,69	1105,40
	②	14,38	28,76	1600,58	1728,72	1855,65	14,38	1516,50	1625,30	1734,80	-512,42	413,16	890,49
	③	17,53	35,07	2195,34	2335,61	2456,35	17,53	2098,40	2216,60	2337,30	-416,83	968,09	1799,10
G=VII	①	11,22	22,44	1142,24	1324,20	1439,59	11,22	1070,90	1236,40	1302,30	896,21	1637,10	2154,70
	②	14,38	28,76	1664,57	1865,50	1991,78	14,38	1580,50	1762,10	1834,90	616,26	1593,30	2272,70
	③	17,53	35,07	2259,35	2479,26	2616,43	17,53	2162,40	2360,30	2439,90	1085,90	2576,80	3603,50

NOTAS: 1- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2- PARA DIMENSION C VER PLANO 2.9

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICION DE MUROS**  
**TRAMOS DE LUZ 15,00 < L ≤ 20,00 m**  
**GRADO SISMICO ≤ VII**

$M^3 \text{ DE HORMIGON} = (X_1 C + X_2)H^2 + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5)H + (X_6 C^3 + X_7 C^2 + X_8 C + X_9)$

INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA = 0,28 C + 0,50

A	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
7,00	0,13	-0,02	2,13	1,96	9,24	0,13	1,99	3,11	6,68
10,00	0,13	-0,02	2,13	1,96	12,84	0,13	1,99	4,38	6,73
12,00	0,13	-0,02	2,13	1,96	15,24	0,13	1,99	4,23	6,77

$M^2 \text{ DE ENCOFRADO} = (X_1 C + X_2)H + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5)$

INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA = 1,40 C + 2,77

A	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
7,00	8,00	6,92	8,00	5,69	29,02
10,00	8,00	22,92	8,00	21,69	29,26
12,00	8,00	26,92	8,00	25,69	29,42

ML DE BARRERA = 4 C + 7,11

KG DE ACERO = (X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>)H + (X<sub>3</sub> C<sup>2</sup> + X<sub>4</sub> C + X<sub>5</sub>)

INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA = 10,66 C + 18,85

GRADO SISMICO	A	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
G ≤ VI	7,00	①	113,77	402,61	113,77	213,38	277,54
		②	113,77	402,61	113,77	213,38	277,54
		③	118,37	405,42	118,37	216,38	277,65
	10,00	①	113,77	579,00	113,77	262,71	648,78
		②	118,37	531,81	118,37	265,70	648,90
		③	122,98	534,62	122,98	268,69	649,01
	12,00	①	113,77	613,26	113,77	328,56	1897,60
		②	118,37	631,10	118,37	331,55	1985,05
		③	128,90	637,52	128,90	338,39	1985,30
G ≤ VII	7,00	①	113,77	439,6	113,77	213,38	1276,43
		②	113,77	439,61	113,77	213,38	1276,43
		③	118,37	508,01	118,37	216,38	1274,57
	10,00	①	113,77	579,87	113,77	262,71	1647,26
		②	118,37	582,68	118,37	265,70	1647,37
		③	122,98	675,66	122,98	268,69	1644,78
	12,00	①	113,77	673,37	113,77	328,56	1895,80
		②	118,37	691,21	118,37	331,55	1983,24
		③	128,90	804,23	128,90	338,39	1980,30

**INCREMENTO POR TOPES SISMICOS**

M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub>

M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>2</sub>

KG DE ACERO = X<sub>3</sub>

**NOTAS:**

1- PARA DIMENSION C VER PLANO 2.5

2- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00

	VIGA	I	II	III	IV	V
X <sub>1</sub>	7,00	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10
	10,00	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10
	12,00	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10
X <sub>2</sub>	7,00	0,77	0,94	0,94	0,94	0,94
	10,00	0,77	0,94	0,94	0,94	0,94
	12,00	0,77	0,94	0,94	0,94	0,94
X <sub>3</sub>	7,00	11,50	11,50	14,70	26,75	26,75
	10,00	11,50	14,70	26,75	26,75	26,75
	12,00	11,50	14,70	26,75	26,75	31,85

**MEDICION DE MUROS**  
**TRAMOS DE LUZ 20,00 < L ≤ 29,00 m**  
**GRADO SISMICO ≤ VII**

$M^3 \text{ DE MORMIGON} = (X_1 C + X_2) H^2 + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5) H + (X_6 C^3 + X_7 C^2 + X_8 C + X_9)$   
**INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA = 0,28 C + 0,47**

A	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
7,00	0,13	-0,04	2,13	1,94	10,64	0,13	1,97	3,31	6,69
10,00	0,13	-0,04	2,13	1,94	14,84	0,13	1,97	4,73	6,75
12,00	0,13	-0,04	2,13	1,94	17,64	0,13	1,97	5,68	6,78

$M^2 \text{ DE ENCOFRADO} = (X_1 C + X_2) H + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5)$   
**INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA = 1,40 C + 2,66**

A	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
7,00	8,00	16,52	8,00	14,99	29,00
10,00	8,00	22,52	8,00	20,99	29,24
12,00	8,00	26,52	8,00	24,99	29,40

**ML DE BARRERA = 4 C + 6,81**

$KG \text{ DE ACERO} = (X_1 C + X_2) H + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5)$   
**INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA = 10,66 C + 18,05**

GRADO SISMICO	A	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
G=VI	7,00	①	112,46	399,70	101,93	227,38	1319,69
		②	117,06	402,51	106,54	230,38	1319,80
		③	121,66	437,43	111,14	233,37	1319,91
	10,00	①	112,46	526,09	101,93	283,61	1707,85
		②	117,06	528,90	106,54	286,60	1707,96
		③	127,58	567,43	117,06	293,44	1708,22
	12,00	①	117,06	613,16	106,54	324,09	1966,93
		②	122,98	615,77	112,46	327,94	1966,88
		③	127,58	651,69	117,06	369,22	1968,52
G=VII	7,00	①	112,46	436,69	101,93	227,38	1318,58
		②	117,06	505,10	106,54	230,38	1316,72
		③	121,66	540,02	111,14	233,37	1316,84
	10,00	①	112,46	576,95	101,93	283,61	1708,32
		②	117,06	669,96	106,54	286,60	1703,73
		③	127,58	708,49	117,06	293,44	1703,98
	12,00	①	117,06	673,27	106,54	324,09	1964,93
		②	122,98	783,48	112,46	327,94	1961,88
		③	127,58	818,40	117,06	369,22	1963,52

**NOTAS:**

1- PARA DIMENSION C VER PLANO 2 9

2- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00

3- PARA INCREMENTO POR TOPES SISMICOS VER PLANO 3 25

**MEDICION DE MUROS**  
**TRAMOS DE LUZ  $29,00 < L \leq 38,40$  m**  
**GRADO SISMICO  $\leq$  VII**

$$M^3 \text{ DE HORMIGON} = (X_1 C + X_2) H^2 + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5) H + (X_6 C^3 + X_7 C^2 + X_8 C + X_9)$$

$$\text{INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA} = 0,28 C + 0,46$$

A	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
7,00	0,13	-0,05	2,13	1,92	11,69	0,13	1,96	3,56	6,70
10,00	0,13	-0,05	2,13	1,92	16,34	0,13	1,96	5,13	6,76
12,00	0,13	-0,05	2,13	1,92	19,44	0,13	1,96	6,18	6,80

$$M^2 \text{ DE ENCOFRADO} = (X_1 C + X_2) H + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5)$$

$$\text{INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA} = 1,40 C + 2,59$$

A	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
7,00	8,00	16,22	8,00	14,49	28,98
10,00	8,00	22,20	8,00	20,49	29,22
12,00	8,00	26,22	8,00	24,49	29,38

$$ML \text{ DE BARRERA} = 4 C + 6,61$$

$$KG \text{ DE ACERO} = (X_1 C + X_2) H + (X_3 C^2 + X_4 C + X_5)$$

$$\text{INCREMENTO POR BARRERA SEMIRRIGIDA} = 10,66 C + 17,52$$

GRADO SISMICO	A	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
G $\leq$ VI	7,00	①	112,46	397,33	101,93	224,23	1350,77
		②	122,98	398,01	106,54	227,22	1350,88
		③	133,50	436,54	117,06	234,06	1351,14
	10,00	①	117,06	526,53	106,54	315,82	1753,11
		②	122,98	524,40	106,54	315,82	1753,11
		③	133,50	562,93	117,06	322,66	1753,37
	12,00	①	117,06	610,79	106,54	359,23	2020,65
		②	128,90	612,27	112,46	363,07	2020,79
		③	133,50	647,19	117,06	366,06	2020,91
G $\leq$ VII	7,00	①	112,46	434,33	101,93	224,23	1349,66
		②	122,98	500,80	106,54	227,22	1347,80
		③	133,50	539,13	117,06	234,06	1348,06
	10,00	①	117,06	577,40	106,54	315,82	1751,59
		②	122,98	665,46	106,54	315,82	1748,88
		③	133,50	703,99	117,06	322,66	1749,14
	12,00	①	122,98	668,77	106,54	359,23	2018,85
		②	128,90	778,98	112,46	363,07	2015,79
		③	133,50	813,90	117,06	366,06	2015,91

**NOTAS:**

1- PARA DIMENSION C VER PLANO 2 9

2 - LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON

① 4,00 < H  $\leq$  5,75② 5,75 < H  $\leq$  7,00③ 7,00 < H  $\leq$  8,003- PARA INCREMENTO POR TOPES SISMICOS  
VER PLANO 3 25

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $15,00 < L \leq 20,00$  m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \cong 2,00$  kp/cm<sup>2</sup>**  
**GRADO SISMICO = VII**

M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	33,12	61,76	41,28	81,11	46,56	93,81
	2	37,20	85,18	45,60	110,12	51,36	129,17
	3	44,46	119,59	61,19	179,89	73,78	229,82
G = VII	1	47,32	124,92	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—

M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	4,80	42,07	4,80	50,7	4,80	56,23
	2	4,80	48,19	4,80	57,19	4,80	63,43
	3	5,20	58,44	5,80	78,24	6,20	93,09
G = VII	1	5,60	62,10	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—

M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	67,00	149,30	82,64	192,73	92,76	221,13
	2	74,82	198,68	90,92	253,09	101,96	294,8
	3	85,91	263,95	111,94	374,85	130,82	463,22
G = VII	1	88,66	269,28	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—

M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	2,76	5,14	3,44	6,75	3,88	7,5
	2	3,10	7,09	3,80	9,17	4,28	10,76
	3	3,42	9,19	4,22	12,40	4,76	14,82
G = VII	1	3,38	8,92	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—

KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	736,90	4067,90	2441,60	6090,20	2791,10	4388,40
	2	2533,20	6977,90	3328,90	9727,90	3711,10	11430,00
	3	3047,70	9720,00	5281,30	18720,00	6226,50	23668,00
G = VII	1	2775,80	8940,20	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—

NOTAS: 1- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2- PARA DIMENSION C VER PLANO 1/5

- 1) 4,00 < H ≤ 5,75
- 2) 5,75 < H ≤ 7,00
- 3) 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $15,00 < L \leq 20,00$  m**  
**TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 3,00$  kp/cm<sup>2</sup>**  
**GRADO SISMICO = VII**

M<sup>3</sup> DE HORMIGÓN = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	27,12	33,62	35,04	46,07	40,08	53,70
	②	29,76	45,08	37,92	61,24	43,20	71,92
	③	32,16	56,76	40,32	75,19	45,60	87,32
G = VII	①	32,40	57,99	43,44	95,13	50,40	121,71
	②	37,92	89,68	56,84	155,74	69,30	203,74
	③	46,71	127,98	70,08	220,05	86,45	288,74

M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	4,80	33,07	4,80	41,35	4,80	46,51
	②	4,80	37,03	4,80	45,67	4,80	51,19
	③	4,80	40,63	4,80	49,27	4,80	54,79
G = VII	①	4,80	40,99	4,80	53,95	4,80	61,99
	②	4,80	49,27	5,60	72,18	6,00	86,94
	③	5,40	61,50	6,40	90,17	7,00	109,83

M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	55,50	88,75	70,68	118,69	80,34	137,11
	②	60,56	13,62	76,20	150,93	86,32	175,47
	③	65,16	38,64	80,80	180,32	90,92	207,62
G = VII	①	65,62	141,27	86,78	221,97	100,12	278,83
	②	76,20	208,08	105,66	331,81	124,62	418,45
	③	88,77	277,84	123,11	439,81	146,20	555,19

M<sup>3</sup> DE HORMIGÓN DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	2,26	2,80	2,92	3,83	3,34	4,47
	②	2,48	3,75	3,16	5,10	3,60	5,99
	③	2,60	4,73	3,36	6,26	3,80	7,27
G = VII	①	2,70	4,83	3,62	7,92	4,20	10,14
	②	3,16	7,47	4,06	11,12	4,62	13,58
	③	3,46	9,48	4,38	13,75	4,94	16,49

KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1174,40	2080,70	1452,20	2783,70	1629,00	3222,10
	②	1426,50	2876,90	1952,60	4241,70	2189,90	5055,10
	③	1693,80	3808,30	2391,00	5738,10	2669,00	6732,40
G = VII	①	1704,60	3996,30	2909,80	8045,50	3329,90	10014,00
	②	2576,70	7407,80	3977,50	13402,00	4950,90	18005,00
	③	3432,70	11626,00	5783,60	22644,00	6502,20	27487,00

NOTAS: 1- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2- PARA DIMENSION C VER PLANO 2.9

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00



**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $15,00 < L \leq 20,00$  m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \cong 5,00$  kp/cm<sup>2</sup>**  
**GRADO SISMICO = VII**

M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	23,04	18,77	30,48	25,60	35,52	30,72
	2	24,96	25,33	32,64	34,76	37,68	41,07
	3	26,40	30,75	34,32	42,55	39,16	49,79
G = VII	1	23,04	18,77	30,48	25,60	35,52	30,72
	2	24,96	25,33	32,64	34,76	36,40	44,73
	3	26,40	37,75	37,20	57,28	44,16	77,94

M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	4,80	26,95	4,80	34,50	4,80	39,67
	2	4,80	29,83	4,80	37,75	4,80	42,90
	3	4,80	31,99	4,80	45,27	4,80	45,43
G = VII	1	4,80	26,95	4,80	34,50	4,80	39,67
	2	4,80	29,83	4,80	37,75	4,80	43,99
	3	4,80	31,99	4,80	44,59	4,80	52,63

M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	47,68	55,79	61,94	74,42	71,60	88,03
	2	51,36	70,47	66,08	94,36	75,74	102,24
	3	54,12	82,45	69,30	115,00	76,96	128,80
G = VII	1	47,68	55,79	61,94	74,42	71,60	88,03
	2	51,36	70,47	66,08	94,36	77,14	108,76
	3	54,12	81,41	70,80	111,10	80,16	138,08

M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	1,92	1,56	2,54	2,13	2,96	2,56
	2	2,08	2,11	2,72	2,89	3,14	3,42
	3	2,20	2,56	2,86	3,54	3,28	4,14
G = VII	1	1,92	1,56	2,54	2,13	2,96	2,56
	2	2,08	2,11	2,72	2,89	3,20	3,72
	3	2,20	2,56	3,10	4,77	3,68	6,49

KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	1	13,40	445,00	292,30	937,00	469,00	1277,60
	2	198,70	729,00	1368,00	239,20	1544,80	2837,00
	3	292,00	219,80	790,90	3272,30	180,60	3556,30
G = VII	1	103,40	568,90	292,30	276,00	469,00	2489,00
	2	1098,70	1852,90	1368,00	2489,60	1570,00	3873,00
	3	292,00	2613,20	920,30	461,00	2233,00	6038,40

NOTAS: 1. LAS ALTURAS DE ESTRIBOS SON: 1. 4,00 < H ≤ 5,75

2. 5,75 < H ≤ 7,00

3. 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $15,00 < L \leq 20,00m$**   
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 7,00 \text{ kp/cm}^2$**

GRADO SISMICO = VII

$M^3 \text{ DE HORMIGON} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	22,80	18,01	30,00	23,70	34,80	27,49
	②	22,80	18,01	30,48	25,60	35,52	30,72
	③	24,24	22,78	31,92	31,60	36,96	37,51
G = VII	①	22,80	18,01	30,00	23,70	34,80	27,49
	②	22,80	18,01	30,48	25,60	35,52	30,72
	③	24,24	22,78	31,92	31,60	36,96	37,51

$M^2 \text{ DE ENCOFRADO} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	4,80	26,59	4,80	33,79	4,80	38,59
	②	4,80	26,59	4,80	34,51	4,80	39,67
	③	4,80	28,75	4,80	36,67	4,80	41,83
G = VII	①	4,80	26,59	4,80	33,79	4,80	38,59
	②	4,80	26,59	4,80	34,51	4,80	39,67
	③	4,80	28,75	4,80	36,67	4,80	41,83

$M^3 \text{ DE EXCAVACION} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	47,22	54,06	61,02	70,25	70,22	81,04
	②	47,22	54,06	61,94	74,42	71,60	88,03
	③	49,98	64,79	64,70	87,51	74,36	102,63
G = VII	①	47,22	54,06	61,02	70,25	70,22	81,04
	②	47,22	54,06	61,94	74,42	71,60	88,03
	③	49,98	64,79	64,70	87,51	74,36	102,63

$M^3 \text{ DE HORMIGON DE BASE} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1,90	1,50	2,50	1,97	2,90	2,29
	②	1,90	1,50	2,54	2,13	2,96	2,36
	③	2,02	1,89	2,66	2,63	3,08	3,12
G = VII	①	1,90	1,50	2,50	1,97	2,90	2,29
	②	1,90	1,50	2,54	2,13	2,96	2,36
	③	2,02	1,89	2,66	2,63	3,08	3,12

KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1022,90	1411,30	1275,50	1856,90	1443,80	2154,00
	②	1148,10	1570,40	1455,30	2154,60	1656,90	2670,30
	③	1337,90	1995,80	1683,00	2693,40	1909,50	3283,50
G = VII	①	1022,90	1535,30	1275,50	2027,30	1443,80	2355,40
	②	1148,10	1694,30	1618,30	2542,30	1656,90	2871,70
	③	1332,90	2413,30	1683,00	3267,40	1909,50	3961,90

NOTAS: 1- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2- PARA DIMENSION C VER PLANO 2.9

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ 20,00 < L ≤ 29,00 m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO σ ≥ 2,00 kp/cm<sup>2</sup>**

GRADO SISMICO ≤ VII

M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G ≤ VI	①	4,72	89,28	5,52	116,69	7,96	135,67
	②	46,76	127,10	57,12	157,93	63,84	82,90
	③	55,50	168,72	77,86	263,94	92,16	328,55
G = VII	①	44,80	108,19	62,40	178,77	75,52	23,46
	②	53,70	155,19	77,52	260,85	—	—
	③	63,69	206,35	—	—	—	—

M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G ≤ VI	①	5,60	53,70	5,60	64,20	5,60	71,06
	②	5,60	61,26	5,60	72,60	5,60	79,60
	③	6,00	73,74	6,80	100,91	7,20	117,82
G = VII	①	5,60	58,52	6,00	79,59	6,40	95,13
	②	6,00	71,04	6,80	100,40	—	—
	③	6,60	85,07	—	—	—	—

M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G ≤ VI	①	78,66	199,38	96,16	256,15	107,66	295,06
	②	87,66	261,84	106,16	336,05	111,6	386,04
	③	100,70	347,83	133,46	512,29	154,08	621,08
G = VII	①	84,16	236,59	112,66	369,65	132,29	462,84
	②	97,58	322,36	132,90	506,81	—	—
	③	111,19	408,91	—	—	—	—

M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G ≤ VI	①	2,98	6,37	3,68	8,13	4,14	9,68
	②	3,14	8,65	4,08	11,28	4,56	13,06
	③	3,70	11,24	4,58	15,52	5,2	18,25
G = VII	①	3,20	7,72	4,16	11,91	4,72	14,46
	②	3,58	10,34	4,56	15,14	—	—
	③	3,86	12,50	—	—	—	—

KG DE ACERO = X C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G ≤ VI	①	3021,10	8126,90	3643,10	10400,00	4418,20	13163,00
	②	3673,30	1508,00	500,10	17105,00	6449,30	22342,00
	③	5355,90	19440,00	7665,20	31398,00	8529,60	36922,00
G = VII	①	3536,00	10603,00	5231,00	18428,00	7020,50	26527,00
	②	4566,80	16318,00	6835,20	28451,00	—	—
	③	5860,60	23263,00	—	—	—	—

NOTAS: — LAS ALTURAS DE ESTRIBOS SON C PARA DIMENSION C Y ER FLANDEO —

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICIÓN DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $20,00 < L \leq 29,00\text{m}$**   
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 3,00 \text{ kp/cm}^2$**   
**GRADO SISMICO = VII**

$\text{M}^3 \text{ DE HORMIGON} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	33,32	46,31	42,56	62,35	48,44	72,17
	②	36,40	60,60	45,92	81,04	52,08	94,52
	③	39,20	75,06	49,00	99,96	55,16	115,28
G = VII	①	33,32	46,3	45,92	81,04	53,76	105,63
	②	38,36	70,58	52,36	122,52	61,04	159,61
	③	43,12	97,66	58,24	166,85	73,16	224,23

$\text{M}^2 \text{ DE ENCOFRADO} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	5,60	41,10	5,60	50,76	5,60	56,78
	②	5,60	45,72	5,60	55,80	5,60	62,24
	③	5,60	49,92	5,60	60,42	5,60	66,86
G = VII	①	5,60	41,10	5,60	55,80	5,60	64,76
	②	5,60	48,66	5,60	65,46	5,60	75,68
	③	5,60	55,80	5,60	74,28	6,20	92,16

$\text{M}^3 \text{ DE EXCAVACION} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	63,66	113,28	80,16	149,11	90,66	171,13
	②	69,16	142,24	86,16	186,25	97,16	215,10
	③	74,16	171,19	91,66	223,45	102,66	255,61
G = VII	①	63,66	113,28	86,16	186,25	100,16	238,82
	②	72,66	162,24	97,66	267,49	113,16	341,34
	③	81,16	215,92	108,16	353,23	129,76	452,96

$\text{M}^3 \text{ DE HORMIGON DE BASE} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	2,38	3,30	3,04	4,45	3,46	5,15
	②	2,60	4,32	3,28	5,78	3,72	6,75
	③	2,80	5,36	3,50	7,14	3,94	8,23
G = VII	①	2,38	3,30	3,28	5,78	3,84	7,54
	②	2,74	5,04	3,74	8,75	4,36	11,40
	③	3,08	6,97	4,18	11,91	4,72	14,46

$\text{KG DE ACERO} = X_1 C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1567,70	3084,80	1823,60	4053,60	2493,50	5380,80
	②	1950,20	4340,40	2706,80	6442,00	3025,30	7431,20
	③	2359,00	5818,60	3136,00	8282,70	3874,10	10509,00
G = VII	①	1567,70	3216,10	2706,60	6622,50	3406,70	9056,30
	②	2315,60	5983,10	4063,80	12517,00	5430,80	18195,00
	③	3109,90	9181,80	5925,60	21031,00	7003,60	26835,00

NOTAS: 1 - LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2 - PARA DIMENSION C VER PLANO 2 9

- ①  $4,00 < H \leq 5,75$
- ②  $5,75 < H \leq 7,00$
- ③  $7,00 < H \leq 8,00$

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $20,00 < L \leq 29,00m$**   
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 5,00 \text{ kp/cm}^2$**   
**GRADO SISMICO  $\leq VII$**

**M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq VI$	①	27,16	22,81	35,84	31,00	41,72	37,13
	②	29,12	29,55	38,36	41,81	44,24	49,32
	③	31,08	36,98	40,32	51,00	46,20	59,59
G $\leq VII$	①	27,16	22,81	35,84	31,00	41,72	37,13
	②	29,12	29,55	38,36	41,81	44,24	49,32
	③	31,08	36,98	40,32	51,00	46,20	59,59

**M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq VI$	①	5,60	3,86	5,60	40,68	5,60	46,70
	②	5,60	34,80	5,60	44,46	5,60	50,48
	③	5,60	37,74	5,60	47,40	5,60	53,42
G $\leq VII$	①	5,60	3,86	5,60	40,68	5,60	46,70
	②	5,60	34,80	5,60	44,46	5,60	50,48
	③	5,60	37,74	5,60	47,40	5,60	53,42

**M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq VI$	①	52,66	64,44	65,16	85,63	78,66	101,05
	②	56,16	78,67	72,66	107,74	83,16	125,64
	③	59,66	94,12	76,16	126,35	86,66	146,17
G $\leq VII$	①	52,66	64,44	65,16	85,63	78,66	101,05
	②	56,16	78,67	72,66	107,74	83,16	125,64
	③	59,66	94,12	76,16	126,35	86,66	146,17

**M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq VI$	①	1,94	1,62	2,56	2,21	2,98	2,65
	②	2,08	2,11	2,74	2,98	3,16	3,52
	③	2,22	2,64	2,88	3,64	3,30	4,25
G $\leq VII$	①	1,94	1,62	2,56	2,21	2,98	2,65
	②	2,08	2,11	2,74	2,98	3,16	3,52
	③	2,22	2,64	2,88	3,64	3,30	4,25

**KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq VI$	①	1070,70	1589,60	1331,60	2124,90	1500,40	2504,70
	②	1193,60	1848,40	1407,40	2522,10	1584,20	2943,50
	③	1481,40	2643,20	1837,30	3540,30	2274,10	4494,50
G $\leq VII$	①	1070,70	1720,90	1331,60	2305,50	1508,40	2718,10
	②	1267,70	2504,80	1407,40	3124,30	1786,20	3999,30
	③	1481,40	3081,20	1837,30	4142,60	2274,10	5206,30

**NOTAS:** 1- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2- PARA DIMENSION OVER PLANO 2-9

- ① 4,00 < H ≤ 5,75
- ② 5,75 < H ≤ 7,00
- ③ 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $20,00 < L \leq 29,00$  m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 7,00$  kp/cm<sup>2</sup>**

GRADO SISMICO = VII

$M^3$  DE HORMIGON =  $X_1 \cdot C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	26,60	21,01	35,00	27,65	40,60	32,07
	②	26,60	21,01	35,28	28,75	41,16	34,57
	③	28,00	25,62	36,96	35,66	42,84	42,41
G = VII	①	26,60	21,01	35,00	27,65	40,60	32,07
	②	26,60	21,01	35,28	28,75	41,16	34,57
	③	28,00	25,62	36,96	35,66	42,84	42,41

$M^2$  DE ENCOFRADO =  $X_1 \cdot C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	5,60	31,02	5,60	39,42	5,60	45,02
	②	5,60	31,02	5,60	39,84	5,60	45,86
	③	5,60	33,12	5,60	42,36	5,60	48,38
G = VII	①	5,60	31,02	5,60	39,42	5,60	45,02
	②	5,60	31,02	5,60	39,84	5,60	45,86
	③	5,60	33,12	5,60	42,36	5,60	48,38

$M^3$  DE EXCAVACION =  $X_1 \cdot C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	51,66	60,60	66,66	78,70	76,66	90,77
	②	51,66	60,60	67,16	80,99	77,66	95,86
	③	54,16	70,39	70,16	95,21	80,66	111,73
G = VII	①	51,66	60,60	66,66	78,70	76,66	90,77
	②	51,66	60,60	67,16	80,99	77,66	95,86
	③	54,16	70,39	70,16	95,21	80,66	111,73

$M^3$  DE HORMIGON DE BASE =  $X_1 \cdot C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1,90	1,50	2,50	1,97	2,90	2,29
	②	1,90	1,50	2,52	2,05	2,94	2,46
	③	2,00	1,83	2,64	2,54	3,06	3,02
G = VII	①	1,90	1,50	2,50	1,97	2,90	2,29
	②	1,90	1,50	2,52	2,05	2,94	2,46
	③	2,00	1,83	2,64	2,54	3,06	3,02

KG DE ACERO =  $X_1 \cdot C + X_2$

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1053,80	1519,40	1306,40	2000,10	1474,70	2320,60
	②	1308,80	1863,60	1643,20	2498,30	1869,70	2950,40
	③	1362,80	2082,40	1707,90	2826,20	1934,40	3313,90
G = VII	①	1053,80	1550,70	1306,40	2180,70	1474,70	2534,00
	②	1308,80	2301,60	1643,20	3100,60	1869,70	3662,10
	③	1571,20	2838,60	1975,50	3841,80	2240,90	4508,70

NOTAS: - LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON: 1) PARA DIMENSION C VER PLANO 2.4

1)  $4,00 < H \leq 5,75$

2)  $5,75 < H \leq 7,00$

3)  $7,00 < H \leq 8,00$

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $29,00 < L \leq 38,40$  m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 2,00$  kp/cm<sup>2</sup>**  
**GRADO SISMICO = VII**

M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		48,67	113,88	59,83	148,97	66,96	171,75
	②		54,96	153,58	66,34	200,01	73,78	229,82
	③		64,35	211,71	91,96	341,63	103,74	395,76
G = VII	①		48,98	115,83	63,86	179,76	75,52	231,46
	②		55,80	162,65	77,52	260,85	—	—
	③		64,35	211,71	—	—	—	—

M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		6,20	63,17	6,20	75,26	6,20	82,86
	②		6,20	72,01	6,20	85,03	6,20	93,09
	③		6,60	86,06	7,60	120,19	7,80	133,49
G = VII	①		6,20	63,64	6,20	81,31	6,40	95,13
	②		6,20	73,87	6,80	100,40	—	—
	③		6,06	86,06	—	—	—	—

M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		87,89	242,41	106,97	311,53	119,16	356,21
	②		97,96	316,96	118,10	406,17	130,82	463,22
	③		112,29	418,59	151,19	634,30	168,46	725,16
G = VII	①		86,42	246,10	113,86	368,74	132,29	462,84
	②		100,08	333,87	132,90	506,81	—	—
	③		112,29	418,59	—	—	—	—

M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		3,14	7,34	3,86	9,61	4,32	11,08
	②		3,52	9,90	4,28	12,90	4,76	14,82
	③		3,90	12,83	4,84	17,98	5,32	20,29
G = VII	①		3,16	7,47	4,2	10,59	4,72	14,46
	②		3,60	10,49	4,56	15,34	—	—
	③		3,90	12,83	—	—	—	—

KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		3718,70	10959,00	5147,30	16160,00	5701,30	18434,00
	②		4788,90	16192,00	6452,70	23401,00	7936,70	29754,00
	③		6657,10	26033,00	8626,20	38570,00	9756,10	45008,00
G = VII	①		3739,50	11249,00	6182,70	21587,00	7072,20	26510,00
	②		5522,30	19729,00	7687,40	31700,00	—	—
	③		6657,10	26497,00	—	—	—	—

NOTAS: LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON PARA DIMENSION C Y E R H. A. 2. 2.

- ① 4,00 < H ≤ 5,75  
 ② 5,75 < H ≤ 7,00  
 ③ 7,00 < H ≤ 8,00

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $29,00 < L \leq 38,40$  m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 3,00$  kp/cm<sup>2</sup>**  
**GRADO SISMICO  $\leq$  VII**

**M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		38,13	56,81	48,67	77,38	55,18	89,11
	②		41,85	74,91	52,39	99,01	59,21	114,86
	③		44,95	91,69	55,80	120,80	62,93	140,96
G = VII	①		38,44	58,23	49,60	82,58	58,28	108,69
	②		41,85	74,91	55,80	120,80	65,41	159,60
	③		45,26	93,46	61,69	162,86	71,61	210,53

**M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		6,20	47,36	6,20	58,52	6,20	65,19
	②		6,20	52,94	6,20	64,10	6,20	71,23
	③		6,20	57,59	6,20	69,22	6,20	76,81
G = VII	①		6,20	47,83	6,20	59,92	6,20	69,84
	②		6,20	52,94	6,20	69,22	6,20	80,53
	③		6,20	58,06	6,20	78,05	6,20	89,83

**M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		69,87	32,90	87,89	176,49	99,02	201,58
	②		76,23	168,05	94,25	217,69	105,91	250,17
	③		81,53	200,26	100,08	258,81	121,27	299,00
G = VII	①		70,40	35,68	89,48	186,44	104,52	238,56
	②		76,23	168,05	100,08	258,81	116,51	333,68
	③		82,06	203,63	110,15	337,38	127,11	427,78

**M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		2,46	3,66	3,14	4,99	3,56	5,74
	②		2,70	4,83	3,38	6,38	3,82	7,41
	③		2,90	5,91	3,60	7,79	4,06	9,09
G = VII	①		2,48	3,75	3,20	5,32	3,76	7,01
	②		2,70	4,83	3,60	7,79	4,22	10,29
	③		2,92	6,02	3,98	10,50	4,62	13,58

**KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①		2052,60	4337,20	2839,10	6445,30	3168,10	7362,90
	②		2545,50	5973,40	3341,80	8391,20	4097,60	10617,00
	③		3225,60	8295,00	4248,30	11821,00	4726,80	13622,00
G = VII	①		2066,40	4552,20	2886,10	6946,30	3666,80	9457,70
	②		2545,50	6426,80	4248,30	12445,00	5631,90	18080,00
	③		3244,60	8976,50	5342,90	17998,00	7722,20	28355,00

NOTAS: - LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2 - PARA DIMENSION C VER PLANO 2 3

① 4,00 < H ≤ 5,75

② 5,75 < H ≤ 7,00

③ 7,00 < H ≤ 8,00



**MEDICIÓN DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $29,00 < L \leq 38,40$  m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 5,00$  kp/cm<sup>2</sup>**  
**GRADO SISMICO  $\leq$  VII**

**M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq$ VI	1		30,69	27,31	40,6	38,17	46,8	44,00
	2		32,86	34,99	43,09	49,12	49,60	57,78
	3		35,03	43,43	45,26	59,5	51,77	69,37
G $\leq$ VII	1		30,69	27,31	40,6	38,17	47,12	45,47
	2		32,86	34,99	43,09	49,12	49,60	57,78
	3		35,03	43,43	45,26	59,5	51,77	69,37

**M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq$ VI	1		6,20	36,20	6,20	46,43	6,20	52,63
	2		6,20	39,46	6,20	50,15	6,20	56,82
	3		6,20	42,71	6,20	53,41	6,20	60,07
G $\leq$ VII	1		6,20	36,20	6,20	46,43	6,20	53,10
	2		6,20	39,46	6,20	50,15	6,20	56,82
	3		6,20	42,71	6,20	53,41	6,20	60,07

**M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq$ VI	1		57,15	74,03	74,11	66,23	84,7	114,97
	2		60,86	89,63	78,55	121,85	89,48	141,69
	3		64,57	106,52	82,06	142,08	93,19	162,96
G $\leq$ VII	1		57,15	74,03	74,11	60,32	85,24	117,83
	2		60,86	89,63	78,35	121,85	89,48	141,69
	3		64,57	106,52	82,06	142,08	93,19	162,96

**M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq$ VI	1		1,98	1,76	2,62	2,46	3,02	2,81
	2		2,12	2,25	2,78	3,16	3,20	3,72
	3		2,26	2,80	2,92	3,83	3,34	4,47
G $\leq$ VII	1		1,98	1,76	2,62	2,46	3,04	2,93
	2		2,12	2,25	2,78	3,16	3,20	3,72
	3		2,26	2,80	2,92	3,83	3,34	4,47

**KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>**

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00		
		H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G $\leq$ VI	1		1377,60	2150,20	1722,70	2909,00	1938,40	3350,40
	2		1504,20	2479,50	1860,00	3363,40	2086,60	3914,90
	3		1579,70	2811,60	2115,20	4172,50	2376,60	4877,20
G $\leq$ VII	1		1377,60	2287,00	1722,70	3097,20	2000,30	3677,00
	2		1504,20	2932,90	1860,00	3986,80	2086,60	4651,60
	3		1730,30	3588,70	2125,20	4870,90	2376,60	5562,00

NOTAS: 1 - LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2 - PARA DIMENSION C VER PLANO 2/3

1 4,00 < h  $\leq$  5,75

2 5,75 < h  $\leq$  7,00

3 7,00 < h  $\leq$  8,00

**MEDICION DE ZAPATAS**  
**TRAMOS DE LUZ  $29,00 < L \leq 38,40$  m**  
**TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 7,00$  kp/cm<sup>2</sup>**  
**GRADO SISMICO  $\leq$  VII**

M<sup>3</sup> DE HORMIGON = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	29,45	23,26	38,75	30,61	44,95	35,51
	②	29,45	23,26	39,37	33,07	45,57	38,27
	③	31,00	28,36	40,92	39,48	47,43	46,95
G = VII	①	29,45	23,26	38,75	30,61	44,95	35,51
	②	29,45	23,26	39,37	33,07	45,57	38,27
	③	31,00	28,36	40,92	39,48	47,43	46,95

M<sup>2</sup> DE ENCOFRADO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	6,20	34,34	6,20	43,64	6,20	49,84
	②	6,20	34,34	6,20	44,57	6,20	50,77
	③	6,20	36,67	6,20	46,90	6,20	53,56
G = VII	①	6,20	34,34	6,20	43,64	6,20	49,84
	②	6,20	34,34	6,20	44,57	6,20	50,77
	③	6,20	36,67	6,20	46,90	6,20	53,56

M<sup>3</sup> DE EXCAVACION = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	55,03	65,71	70,93	85,29	81,53	98,35
	②	55,03	65,71	71,99	90,20	82,59	103,78
	③	57,68	76,18	74,64	102,92	85,77	120,72
G = VII	①	55,03	65,71	70,93	85,29	81,53	98,35
	②	55,03	65,71	71,99	90,20	82,59	103,78
	③	57,68	76,18	74,64	102,92	85,77	120,72

M<sup>3</sup> DE HORMIGON DE BASE = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1,90	1,50	2,50	1,97	2,90	2,29
	②	1,90	1,50	2,54	2,13	2,94	2,46
	③	2,00	1,83	2,64	2,54	3,06	3,02
G = VII	①	1,90	1,50	2,50	1,97	2,90	2,29
	②	1,90	1,50	2,54	2,13	2,94	2,46
	③	2,00	1,83	2,64	2,54	3,06	3,02

KG DE ACERO = X<sub>1</sub> C + X<sub>2</sub>

GRADO SISMICO	A	7,00		10,00		12,00	
	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
G = VI	①	1334,50	1963,40	1658,00	2577,00	1873,70	2986,10
	②	1514,80	2127,00	1897,80	2914,30	2137,20	3370,80
	③	1785,90	2712,20	1937,70	3225,80	2518,30	4289,40
G = VII	①	1334,50	2100,30	1658,00	2765,20	1924,80	3190,10
	②	1716,80	2864,70	1897,80	3537,70	2439,40	4551,00
	③	1785,90	3165,60	2228,10	4283,40	2518,30	5026,10

NOTAS: 1- LAS ALTURAS DE ESTRIBO SON 2- PARA DIMENSION C VER PLANO 2 9

- ① 4,00 < H ≤ 5,75  
 ② 5,75 < H ≤ 7,00  
 ③ 7,00 < H ≤ 8,00

**COLECCION DE PUENTES DE VIGAS PRETENSADAS IIC  
OBRAS DE PASO DE CARRETERAS**

**Año 1985  
INDICE**

1. Memoria.
  - 1.1 Generalidades.
  - 1.2 Campo de aplicación.
    - 1.2.1 Consideraciones generales.
    - 1.2.2 Elementos estructurales.
      - 1.2.2.1 Tableros.
      - 1.2.2.2 Pilas.
      - 1.2.2.3 Estribos.
  - 1.3 Instrucciones aplicadas.
  - 1.4 Control de calidad.
  - 1.5 Características de los materiales y del sistema de pretensado.
    - 1.5.1 Hormigones.
    - 1.5.2 Armaduras pasivas.
    - 1.5.3 Armaduras activas.
    - 1.5.4 Sistema de pretensado.
  - 1.6 Terreno de cimentación y relleno de trasdós.
    - 1.6.1 Terreno de cimentación.
    - 1.6.2 Características del relleno de trasdós.
  - 1.7 Coeficientes de seguridad.
    - 1.7.1 Estados límites de utilización.
    - 1.7.2 Estados límites últimos.
  - 1.8 Acciones.
    - 1.8.1 Tableros.
    - 1.8.2 Pilas.
    - 1.8.3 Estribos.
  - 1.9 Apoyos y topes laterales.
  - 1.10 Ejemplo de comprobación de aplicación de la Colección.
2. Planos.
3. Mediciones.
  - 3.1 Tableros.
  - 3.2 Pilas.
  - 3.3 Estribos.

1.- MEMORIA

1.1.- GENERALIDADES

La presente Colección contiene los elementos estructurales necesarios para la definición de puentes de carreteras formados por tableros de vigas pretensadas en dos fases, sustentados por pilas y estribos de hormigón armado. Las vigas que forman los tableros se pretensan parcialmente en una primera fase, completándose el pretensado total cuando ya el tablero está terminado de construir, lo que permite la realización de estructuras más ligeras y de mayor luz, a cambio de dicha complicación constructiva.

La principal diferencia entre esta Colección y la "Colección de puentes de vigas pretensadas II" estriba en que en la presente Colección se ha considerado la posibilidad de unión entre las losas superiores de hormigón armado que forman la plataforma del tablero, en dos o más vanos sucesivos. Esta unión entre las losas disminuye el número de juntas necesarias en el tablero, con lo que se mejoran las condiciones de circulación y se disminuyen los gastos de conservación. El número de vanos que pueden ser unidos depende de los movimientos horizontales del tablero debidos a acciones termohigrométricas, sismo y frenado, a la tipología de los apoyos dispuestos y a la altura y rigidez de las pilas, por lo que dicho número deberá ser comprobado por el proyectista en cada caso. En las losas a las que no se les haya dado continuidad, y en todos los casos en las zonas de estribos, se resolverá la unión, al igual que en la "Colección de puentes de vigas pretensadas II", mediante juntas de dilatación convencionales.

Para cada uno de los elementos estructurales anteriormente mencionados, se han fijado un cierto número de variables, en función de las cuales se desarrolla la presente Colección.

El proyectista deberá, en cada caso particular, realizar el encaje de la solución, definiendo parámetros tales como la longitud total del paso, la distribución de luces, posición y número de tableros cuya losa sea continua, etc. Asimismo deberá elegir los elementos concretos a utilizar y sus condiciones de uso entre las posibles alternativas que se presentan en la Colección, como tipo de barrera, tipo de estribos, tipo de viga, clase de comprobación de la misma, etc. La presente Colección, en resumen, es un conjunto de elementos que el proyectista deberá elegir y combinar para la resolución de un determinado puente, no existiendo, en general, una solución única para el mismo.

La presente Colección contiene los planos de definición geométrica y de armaduras y las mediciones de todos los elementos estudiados. No se han incluido las especificaciones ni

mediciones de elementos como Impermeabilizaciones, Juntas, Pavimentos o Apoyos elastoméricos; se da, sin embargo, una relación de los datos de cargas y movimientos previstos necesarios para la definición por parte del proyectista de los apoyos elastoméricos. De forma esquemática, y como recordatorio, se han recogido en un plano detalles sobre anclajes de barreras, cajeados de juntas y forma prevista para sustitución de apoyos.

En apartados posteriores de la presente memoria se incluyen las características de los diversos materiales y sus niveles de control, de acuerdo con las Instrucciones oficiales vigentes que deben aplicarse a cada elemento.

Respecto a la ejecución, medición y abono de las obras, se estará a lo dispuesto en las mencionadas Instrucciones y en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3-1975.

1.2.- CAMPO DE APLICACION

1.2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

La presente Colección consta de los siguientes elementos estructurales:

- Tableros
- Pilas
- Estribos

Esta prevista la posibilidad de diseñar pesos de un solo tramo compuestos únicamente de tablero y estribos, sin empleo de pilas.

Las variables básicas que han sido empleadas en el desarrollo de cada uno de los elementos son las siguientes:

- Ancho de plataforma de la carretera

Se han considerado tres posibles anchos totales de plataforma (calzada más arcenes) que son:

- A = 7,00 m
- A = 10,00 m
- A = 12,00 m

que corresponden a las secciones-tipo más frecuentemente empleadas en nuestra red de carreteras.

Se pueden emplear los tableros de la Colección para anchos de plataforma intermedios seleccionando el tablero de ancho inmediatamente superior y disminuyendo la distancia entre las vigas. Asimismo se pueden utilizar estribos de anchuras intermedias disponiendo la armadura más desfavorable de las previstas para los dos anchos-tipo inmediatos. Por lo que se refiere a las pilas, las modificaciones de anchura se realizarán disminuyendo la longitud total del dintel de la pila prevista para el ancho inmediatamente superior, pero sin modificar las dimensiones ni las armaduras del fuste ni la de las zapatas.

Las modificaciones de anchura respecto a los tres anchos-tipo previstos en la Colección modifican las mediciones y despliegos de armaduras, así como los esfuerzos sobre apoyos elastoméricos, que es preciso obtener para el caso concreto.

- Tipos de barrera

Se ha previsto la utilización de dos tipos de barrera de seguridad:

- Barrera rígida
- Barrera semirrígida

donde la primera de ellas corresponde a una barrera de hormigón con un ancho en la base de 0,50 metros, anclada al elemento estructural, y la segunda está constituida por elementos verticales discontinuos, unidos por una banda continua de doble onda, anclados en el extremo interior de una acera cuyo ancho total es de 1,00 metro y en cuyo extremo exterior se dispone una baredilla metálica.

Está prevista la combinación de ambos tipos de barrera con los tres anchos de plataforma descritos en el punto anterior, con lo que en definitiva se obtienen seis secciones transversales-tipo para las que han sido desarrollados todos los elementos de la Colección.

- Grados de sismicidad

Para el desarrollo de la presente Colección se ha supuesto que las estructuras objeto de la misma van a quedar ubicadas en zonas del territorio nacional cuyo grado sísmico, de acuerdo con la Norma Sismorresistente P.D.S.- 1, sea igual o inferior a VII.

De acuerdo con lo anterior se han considerado dos posibles zonas de ubicación de las obras:

Zonas de sismicidad baja  
(grado sísmico menor o igual a VI)

Zonas de sismicidad media  
(grado sísmico igual a VII)

Para el diseño de cada uno de los elementos frente a acciones sísmicas, se ha adoptado el criterio de mantener la forma y dimensiones geométricas del elemento, variando, cuando es necesario, las armaduras en función de la sismicidad de la zona. Este criterio general es aplicable a todos los elementos a excepción de las zapatas de pilas y estribos, cuyos condicionantes no permiten mantenerlo.

#### - Acciones sobre apoyos

Las acciones verticales sobre apoyos, tanto máxima ( $R_{máx}$ ) como mínima ( $R_{mín}$ ), se encuentran recogidas en función de la luz y tipo de viga en los planos 2.30 y 2.31, junto con la acción horizontal total por tablero debida al sismo y el giro previsible en cada apoyo.

Las acciones horizontales lentas por apoyo ( $H_1$ ) debidas a acciones termohigrométricas (temperatura, retracción y fluencia) así como las acciones horizontales instantáneas por apoyo ( $H_2$ ) debidas a frenado y sismo deberá determinarse el proyectista mediante el correspondiente reparto horizontal de fuerzas en función de las características de los apoyos dispuestos y las rigideces de pilas y estribos. Estas acciones deberán cumplir, para que sean utilizables las pilas y estribos contenidos en la presente Colección, las siguientes limitaciones:

$$H_1 \leq 0,07 \cdot R_{máx}$$

$$H_2 \leq 0,04 \cdot R_{máx} \text{ (para grado sísmico G=VI)}$$

$$H_2 \leq 0,08 \cdot R_{máx} \text{ (para grado sísmico G=VII)}$$

En el apartado 1.10 se incluye un ejemplo de comprobación de dichas limitaciones.

#### - Tipos de terreno de cimentación

Para el diseño de las cimentaciones de las pilas y estribos se han considerado cuatro posibles tipos de terreno de ubicación de la obra, caracterizados por su tensión admisible ( $\sigma_a$ ) y ángulo de rozamiento entre zapata y terreno ( $\delta_0$ ).

Para cada uno de los elementos estructurales se han diseñado cimentaciones directas en cada uno de los cuatro tipos de terreno.

#### - Variables geométricas

Dada la enorme dificultad que supondría tener en consideración todas las variaciones geométricas que el trazado particular de la carretera, en la zona de ubicación de las cargas produciría en cada elemento, se ha adoptado como básica la definición geométrica siguiente:

- Trazado en planta: recto
- Trazado en alzado: horizontal
- Peraltes: nulos

Sin embargo, algunos elementos han sido calculados, desde el punto de vista resistente, teniendo en cuenta los condicionantes introducidos por las variaciones de trazado. En el caso de los tableros se ha previsto el descentramiento de cargas producido por un posible trazado en planta curva con valores mínimos de los radios de curvatura en función de la luz de los siguientes valores:

Luz (m)	Radio mínimo (m)
$L \leq 24,00$	120,00
$24,00 < L \leq 26,00$	150,00
$26,00 < L \leq 29,00$	200,00
$29,00 < L \leq 33,00$	250,00
$33,00 < L \leq 36,00$	300,00
$36,00 < L$	350,00

El trazado real de la carretera, en cada caso concreto, tanto en planta como en alzado o peraltes, obligará al proyectista a realizar las pequeñas variaciones en las características geométricas de los elementos definidos en la Colección, que sean precisas, para adaptar el proyecto a dicho trazado. Entre otras cuestiones, será preciso definir las siguientes:

- Voladizos laterales del forjado en cada punto del tablero.
- Recrecidos de las vigas o losa en la unión de ambos para adaptarse a la definición geométrica real de la plataforma.
- Escalonamiento y cotas de las plataformas de apoyo de las vigas sobre dinteles de pilas y estribos.
- Definición geométrica real de los dinteles de cabeza de pilas.
- Ángulos de los muros laterales del estribo con el muro frontal del mismo.

Todos los extremos anteriores y otros que fueran necesarios, habrán de ser definidos para la realización de un proyecto real de construcción, siendo responsabilidad del proyectista la evaluación de su posible incidencia sobre las condiciones estáticas y resistentes de los elementos básicos definidos en la presente Colección.

#### 1.2.2.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES

##### 1.2.2.1.- TABLEROS

Los tableros que forman la presente Colección están constituidos por vigas pretensadas de sección doble T, apoyadas isostáticamente en sus extremos, la superior de hormigón armado y vigas riostras que unen transversalmente las vigas en sus zonas de apoyos.

Las losas superiores de los tableros contiguos se pueden unir de acuerdo con los detalles contenidos en el plano 2.13. El número de tableros consecutivos entre los que se podrá establecer la continuidad de la losa superior, depende del cumplimiento de las condiciones sobre acciones horizontales en apoyos establecidas en el apartado 1.2.1, y deberá ser determinado en cada caso por el proyectista.

Las luces de cálculo de los tableros, entre ejes de de apoyos, están comprendidas entre 18,40 y 47,50 m.

El pretensado de los tableros se realiza en dos fases, la primera afecta solamente a las vigas y se ejecuta antes de hormigonar la losa superior. Una vez hormigonada ésta, se realiza un segundo pretensado que afecta a la totalidad del tablero.

Se han establecido, para cubrir la gama de luces, cinco tipos de vigas cuyos cantos varían, de 20 en 20 cm, entre 1,50 y 2,30 m. Cada viga puede ser utilizada en un cierto intervalo de luces variando en algún caso el número de tendones de pretensado. Existe además un cierto solape de los intervalos de cada una de las vigas, lo cual permite escoger más de una solución para las luces próximas a los valores de transición de una viga a otra.

Con objeto de evitar variaciones de canto del tablero dentro de un mismo puente, las vigas de los dos tableros que se apoyen en una pila serán del mismo tipo. Con este criterio, la máxima variación de luces posibles en un puente viene determinada por el intervalo de aplicación del tipo de viga utilizado en el mismo.

Los valores extremos de los intervalos de luces para los que son aplicables los tableros formados por cada tipo de vigas han sido determinados para las clases I y II de comportamiento en servicio frente a fisuración, según se definen en la Instrucción EP-80. El proyectista deberá optar por una de las dos clases en función de los condicionantes del proyecto y, en especial, del ambiente en que va a situarse la obra.

La planta de los tableros está formada por cuatro, cinco o seis vigas paralelas, perpendiculares a los ejes de apoyo, y separadas entre sí las distancias señaladas en los planos para cada sección-tipo de tablero.

##### 1.2.2.2.- PILAS

Las pilas están constituidas por tres elementos de hormigón armado: dintel, fuste y zapata de cimentación.

En esta Colección se ha seguido el criterio de mantener para todas las pilas de un puente, la misma sección transversal del fuste, correspondiente a la pila de máxima altura ( $H_{máx}$ ) existente en él, con objeto de evitar la coexistencia en una misma obra de pilas con distinto canto, a pesar de que a cada altura posible de pila le correspondería un canto óptimo diferente.

En función de dicha altura máxima se han clasificado los puentes en los tres grupos siguientes:

	$H_{máx} \leq 10,00 \text{ m}$
10,00 m <	$H_{máx} \leq 20,00 \text{ m}$
20,00 m <	$H_{máx} \leq 30,00 \text{ m}$

a cada uno de los cuales les corresponde un canto diferente de pila.

La armadura que se ha de disponer en una pila cuya altura real  $h$  está comprendida entre 0 y  $H_{máx}$  se ha definido en los planos para cada grupo y para intervalos de los valores de  $h$

De acuerdo con estos criterios, la solución a adoptar para cada uno de los elementos que constituyen la pila, depende de una serie de variables, todas las cuales afectan a las armaduras, y alguna también afectan a las dimensiones del elemento considerado.

Para cada elemento de la pila las variables que condicionan su definición son las siguientes:

- Dinteles
  - Ancho de plataforma
  - Tipo de barrera (afecta sólo a las armaduras)
  - Tipo de viga

**- Fustes**

Ancho de plataforma  
 Tipo de viga (afecta sólo a las armaduras)  
 Altura de la pila más alta del puente (Hmáx)  
 Altura de la pila (h) (afecta sólo a las armaduras)  
 Grado sísmico (afecta sólo a las armaduras)

**- Zapatas**

Ancho de plataforma  
 Tipo de barrera (afecta sólo a las armaduras)  
 Tipo de viga  
 Altura de la pila más alta del puente (Hmáx)  
 Altura de la pila (h)  
 Tipo de terreno  
 Grado sísmico

**1.2.2.3.- ESTRIBOS**

Los estribos están constituidos por muros y zapatas de cimentación de hormigón armado. Los primeros incluyen el muro frontal, los muros laterales y las aletas.

Las luces de cálculo de las vigas, y por tanto del tablero, definen el estribo donde se apoya, independientemente del tipo de viga elegido. Se han considerado tres grupos de estribos según el valor de las citadas luces del tablero:

18,40 - 22,00 m
22,00 - 34,00 m
34,00 - 47,30 m

Se han considerado también dos tipos de estribos según que tengan o no derrame frontal de tierras, como se indica en los planos correspondientes.

Por último se han definido, para cada luz tipo, tres alturas de estribo diferentes (H) que corresponden a los casos siguientes:

- a) Gálibo de carretera (4,75 m)..... H = 5,75 m
- b) Gálibo de ferrocarril (6,00 m)..... H = 7,00 m
- c) Gálibo máximo no excepcional (7,00 m). H = 8,00 m

El ancho del muro frontal viene definido en los planos por la magnitud "a", que dependerá de la sección transversal del tablero utilizado. Este valor "a" será igual al ancho de plataforma (calzada más arcenes) más un metro.

**1.3.- INSTRUCCIONES APLICADAS**

Las normas que se han aplicado son las vigentes en el momento de la redacción de esta Colección.

Las acciones se han considerado de acuerdo con la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera" de 28 de Febrero de 1.972 (B.O.E. de 18 de Abril de 1.972).

Para el cálculo de hormigón armado se ha seguido la "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-80" de 17 de Octubre de 1.980 (B.O.E. de 10 de Enero de 1.981) modificada y red denominada "EH-82" por el decreto de 24 de Julio de 1.982 (B.O.E. de 13 de Septiembre de 1.982).

Para el cálculo de hormigón pretensado se ha seguido la "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado EP-77" de 18 de Febrero de 1.977 (B.O.E. de 22 de Junio de 1.977) modificada y red denominada "EP-80" por el decreto de 14 de Abril de 1.980 (B.O.E. de 8 de Septiembre de 1.980).

Para el cálculo en zona sísmica se ha seguido la "Norma Sismorresistente P.D.S.- 1" (B.O.E. de 21 de Noviembre de 1.974).

Para el dimensionamiento de los apoyos se ha seguido las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de apoyos elastoméricos para puentes de carretera" de la Dirección General de Carreteras (M.O.P.U. 1.982).

**1.4.- CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad previsto para esta Colección se atiene a lo especificado en las Instrucciones EH-82 y EP-80, habiéndose elegido tanto para los materiales como para la ejecución los siguientes niveles:

- a) Materiales
  - Acero : Control a nivel normal
  - Hormigón : Control a nivel normal
- b) Ejecución
  - Tableros : Control a nivel intenso
  - Pilas y estribos : Control a nivel normal

**1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DEL SISTEMA DE PRETENSADO****1.5.1.- NORMIGONES**

Los tipos de normigones adoptados en el cálculo para los diferentes elementos son:

- Vigas pretensadas ..... H-350
- Losa, vigas riostras del tablero, dinteles y fustes de pilas ..... H-250
- Zapatas de pilas, muro frontal, muros laterales, aletas y zapata de estribo ..... H-200

El normigón de nivelación a colocar en la base de las cimentaciones tendrá al menos una dosificación de 100 kg de cemento por metro cúbico de normigón.

**1.5.2.- ARMADURAS PASIVAS**

Las armaduras pasivas a disponer en todos los elementos de la Colección serán del tipo:

AEH - 400 N 6 F

**1.5.3.- ARMADURAS ACTIVAS**

Para el acero de pretensado de las vigas se han considerado en el cálculo las siguientes características:

- Módulo de deformación longitudinal.....  $E_p = 1.900.000$  kp/cm<sup>2</sup>
- Relajación en ensayo a 120 horas, a 20°C de temperatura y tensión inicial equivalente al 70% de la de rotura..... 1,35%
- Relajación en ensayo a 1000 horas, a 20°C de temperatura y tensión inicial equivalente al 70% de la de rotura..... 2,00%

Se han adoptado dos tipos de tendones con las siguientes características:

- a) Tendón tipo 1
  - Área neta de acero .....  $A_s = 5,92$  cm<sup>2</sup>
  - Carga de rotura garantizada .....  $P_r = 113$  Mp
  - Carga correspondiente al límite elástico característico .....  $P_{yk} = 101,7$  Mp
- a) Tendón tipo 2
  - Área neta de acero .....  $A_s = 11,64$  cm<sup>2</sup>
  - Carga de rotura garantizada .....  $P_r = 226$  Mp
  - Carga correspondiente al límite elástico característico .....  $P_{yk} = 203,4$  Mp

**1.5.4.- SISTEMA DE PRETENSADO**

Se han adoptado las siguientes características relativas al sistema de pretensado:

- a) Pérdidas por rozamiento
 

Para el cálculo de las pérdidas por rozamiento se han utilizado los siguientes coeficientes:

  - Coeficiente de rozamiento en curva (tesado y destesado) .....  $\mu = 0,21$
  - Coeficiente de rozamiento parásito
- Tendón tipo 1 .....  $K = 0,00189$  rad/m
- Tendón tipo 2 .....  $K = 0,00126$  rad/m
- b) Penetración de cuñas
  - Valor máximo de la penetración ..... 4 mm
- c) Características geométricas

Los valores de las dimensiones mínimas que deben mantenerse entre los distintos elementos de los tendones de pretensado (distancia entre anclajes, distancia entre tendones, etc) cubren los mínimos recomendados por los catálogos de los sistemas hoy en uso en nuestro país. Dichos valores son los siguientes:

- Distancia vertical entre ejes de anclajes:
  - Tendón tipo 1 ..... 240 mm
  - Tendón tipo 2 ..... 320 mm
- Distancia vertical entre ejes de anclaje y cara superior o inferior de viga:
  - Tendón tipo 1 ..... 150 mm
  - Tendón tipo 2 ..... 180 mm
- Distancia horizontal entre ejes de anclajes activos y extremo de viga:
  - Tendón tipo 1 ..... 120 mm
  - Tendón tipo 2 ..... 140 mm
- Distancia horizontal entre ejes de anclajes pasivos y extremo de viga:
  - Tendón tipo 1 ..... 240 mm
  - Tendón tipo 2 ..... 280 mm

La definición geométrica exacta de los cajetines de anclaje en extremos de vigas y demás detalles específicos, deberá ser realizada por el proyectista a la vista de las características y exigencias técnicas del sistema de pretensado elegido.

Si alguna o varias de las características enumeradas en los párrafos anteriores, no coincidieran con las del sistema de pretensado elegido, éste podrá utilizarse previa comprobación de que los efectos a que dan lugar en la estructura ambos pretensados, sean idénticos.

#### 1.6.-TERRENO DE CIMENTACION Y CARACTERISTICAS DEL RELLENO DE TRASDOS

##### 1.6.1.- TERRENO DE CIMENTACION

Se han considerado cuatro tipos de terreno de cimentación caracterizados por su tensión admisible.

Se entiende por tensión admisible del terreno ( $\sigma_{adm}$ ) la máxima tensión que le puede transmitir la zapata en el supuesto de un reparto uniforme eobarricéntrico con la resultante vertical de las fuerzas que actúan sobre la cimentación.

Se ha considerado un ángulo de rozamiento ( $\delta_0$ ) con la zapata para cada tipo de terreno.

Los cuatro tipos de terreno de cimentación considerados tienen las siguientes características:

- Terreno tipo A
  - $\sigma_{adm} \Rightarrow 2,0 \text{ kp/cm}^2$
  - $\delta_0 = 22^\circ$
- Terreno tipo B
  - $\sigma_{adm} \Rightarrow 3,0 \text{ kp/cm}^2$
  - $\delta_0 = 25^\circ$
- Terreno tipo C
  - $\sigma_{adm} \Rightarrow 5,0 \text{ kp/cm}^2$
  - $\delta_0 = 30^\circ$
- Terreno tipo D
  - $\sigma_{adm} \Rightarrow 7,0 \text{ kp/cm}^2$
  - $\delta_0 = 35^\circ$

##### 1.6.2.- CARACTERISTICAS DEL RELLENO DE TRASDOS

En los cálculos se ha considerado un relleno de material granular en el trasdós de los muros de los estribos. Sus características son:

- Peso específico .....  $\gamma = 1,8$
- Ángulo de rozamiento interno .....  $\varphi = 35^\circ$
- Ángulo de rozamiento con el muro .....  $\delta = 0^\circ$
- Cohesión .....  $c = 0$
- Coeficiente de empuje activo .....  $\lambda_0 = 0,33$
- Talud de terraplén ..... 2 : 1

#### 1.7.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD

De acuerdo con los niveles de control de calidad definidos en 1.4, se adoptan los siguientes coeficientes de seguridad:

##### 1.7.1.- ESTADOS LIMITES DE UTILIZACION

- Coeficiente de minoración para el hormigón ....  $\gamma_c = 1$
- Coeficiente de minoración para el acero activo y pasivo .....  $\gamma_s = 1$
- Coeficiente de ponderación de la fuerza de pretensado .....  $\gamma_p = 0,9 \text{ ó } 1,1$
- Coeficiente de ponderación de acciones .....  $\gamma_f = 1$

##### 1.7.2.- ESTADOS LIMITES ULTIMOS

- Coeficiente de minoración para el hormigón ....  $\gamma_c = 1,5$
- Coeficiente de minoración para el acero activo y pasivo .....  $\gamma_s = 1,15$
- Coeficiente de ponderación de la fuerza de pretensado .....  $\gamma_p = 1$

Los coeficientes de ponderación de acciones y de seguridad al deslizamiento se han adoptado, en función de la fase de comprobación a que correspondan, con los siguientes valores:

##### a) Fases de construcción

- Coeficiente de ponderación de acciones .....  $\gamma_f = 1,30$
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento .....  $\gamma_d = 1,40$

##### b) Fases de servicio

- Coeficiente de ponderación de acciones
  - Tablero .....  $\gamma_f = 1,5$
  - Pilas y estribos ....  $\gamma_f = 1,6$
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento .....  $\gamma_d = 1,60$

En la determinación de los anteriores coeficientes ha sido tenido en cuenta lo establecido en los artículos 4.2.2.1 y 5 de la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera".

#### 1.8.- ACCIONES

Se han considerado para el cálculo las siguientes acciones:

##### 1.8.1.- TABLEROS

##### - Cargas permanentes

Cargas de borde: acera, barandilla y barrera con un valor máximo total de 750 kp/m en cada borde, para barrera rígida, y 640 kp/m para barrera semirrígida  
Cargas en superficie: peso de la losa y pavimento  
Cargas longitudinales en vigas: peso propio

##### - Sobrecargas

Uniforme en toda la plataforma: 400 kp/m<sup>2</sup>  
Vehículo pesado: 6 cargas puntuales de 10 Mp dispuestas según la Instrucción de acciones  
Sobrecarga frecuente: 40% de la sobrecarga máxima total  
Acción sísmica

##### 1.8.2.- PILAS

##### - Cargas permanentes

Peso propio de la pila  
Peso propio del relleno sobre zapatas  
Acción permanente del tablero

##### - Sobrecargas

Acción de la sobrecarga en el tablero  
Frenado  
Viento transversal sobre el tablero  
Viento transversal y longitudinal sobre el fuste y el dinte  
Acción sísmica

1.8.3.- ESTRIBOS

- Cargas permanentes

Peso propio del estribo  
Peso propio del relleno de trasdós  
Acción permanente del tablero

- Sobrecargas

Acción de la sobrecarga del tablero  
Sobrecarga uniforme de 1.000 kb/m<sup>2</sup> sobre el relleno de trasdós  
Acciones locales debidas al vehículo-tipo de 60 Mp  
Frenado  
Acción sísmica

- Empuje del relleno de trasdós

Según la teoría de Rankine

1.9.- APOYOS

El cálculo y dimensionamiento de los apoyos de las vigas deberá ser realizado en cada caso por el proyectista en función de las características del puente (luzes, tipo de vigas, altura y rigidez de pilas y estribos, tipología de apoyos, etc) y del ambiente en que se encuentre a estructura (humedad, grado sísmico, etc), debiéndose cumplir las limitaciones sobre acciones horizontales en apoyos contenidas en el apartado 1.2.1.

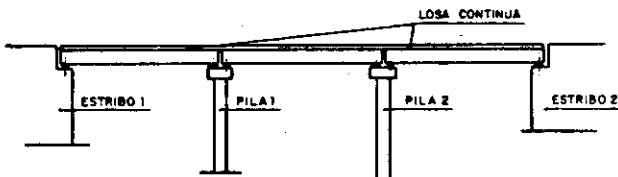
En los planos 2.30 y 2.31 se incluyen los datos básicos para la realización de los mencionados cálculos, que son:

- Reacción vertical mínima por apoyo en servicio
- Reacción vertical máxima por apoyo en servicio
- Giro previsto por apoyo

Se dan asimismo los valores totales por tablero de la fuerza horizontal debida al sismo, que ha servido de base para el cálculo de los topes horizontales.

En tableros de planta curva los valores de la fuerza centrífuga se determinarán en cada caso.

1.10.- EJEMPLO DE COMPROBACION DE APLICACION DE LA COLECCION



Datos de proyecto:

- Luz de los tramos: 19,00 m
- Ancho de plataforma: 10,00 m
- Tipo de viga: I
- Altura de la pilas: 10,00 y 25,00 m
- Ambiente: humedad relativa del 90%
- Variación máxima de temperatura: ±16°C
- Colocación de vigas: 30 días después de hormigonadas
- Tipo de estribo: sin derrame frontal de tierras
- Grado sísmico: G=VII

Acortamiento de tableros

Cálculo del acortamiento total de las vigas debido a la retracción, fluencia y temperatura.

a) Acortamiento por retracción

La viga elegida, tipo I, tiene las siguientes características:

area: A = 0,50 m<sup>2</sup>  
perímetro: u = 5,61 m

De acuerdo con el art. 26.8 de la Instrucción EH-82:

$$\xi_1 = (\beta_1 - \beta_j) \cdot \xi_{01} \cdot \xi_{02}$$

$\xi_{01}$  para una humedad del 90% vale:  $-13.10^{-5}$   
 $\xi_{02}$  depende del espesor ficticio e, que vale  
 $e = \alpha \cdot 2 \cdot A / u$

En nuestro caso  $\alpha$  vale 5, luego:

$$e = 5 \cdot 2 \cdot 0,50 / 5,61 = 891 \text{ mm}$$

y por tanto

$$\xi_{02} = 0,75$$

En nuestro caso

$$t = \infty \implies \beta_1 = 0,95$$

$$j = 30 \implies \beta_j = 0,02$$

$$\beta_1 - \beta_j = 0,95 - 0,02 = 0,93$$

por tanto

$$\xi_1 = 0,93 \cdot (-13.10^{-5}) \cdot 0,75 = -9,07.10^{-5} \text{ m/m}$$

Consideraremos, del lado de la seguridad, que

$$\xi_{1s} = \xi_1$$

b) Acortamientos por fluencia

Según el art. 26.9 de la Instrucción EH-82

$$\xi_1 = \varphi_1 \cdot \frac{\sigma}{E_c}$$

donde:

$\sigma$  = tensión constantemente aplicada

$$E_c = 19000 \sqrt{f_{ck}}$$

$\varphi_1$  = coeficiente de fluencia.

La viga I tiene 5 tendones tesados cada uno ellos a 84,75 Mp. Por lo tanto:

$$\sigma_{inicial} = 5 \cdot 84,75 / 0,50 = 847,50 \text{ Mp/m}^2$$

Suponiendo unas pérdidas medias del 20%:

$$\sigma = 0,80 \cdot 847,50 = 678,00 \text{ Mp/m}^2$$

adoptando para el cálculo, de un modo conservador

$$\sigma = 700 \text{ Mp/m}^2$$

$E_c$ , para una  $f_{ck} = 350 \text{ kp/cm}^2$ , vale

$$E_c = 19000 \sqrt{350} = 3,55.10^6 \text{ Mp/m}^2$$

$\varphi_1$ , según el art. 26.9, vale:

$$\varphi_1 = \beta_0(j) + \varphi_{01} \cdot \varphi_{02} \cdot (\beta_1 - \beta_j) + 0,4 \cdot \beta'_{1j}$$

La fluencia se contabiliza a partir del momento de colocación de las vigas, luego  $j = 30$  días y  $t = \infty$ . Siguiendo el citado art. 26.9:

$$\beta_0(j) = 0,8 \cdot (1 - \frac{j}{t_{\infty}}) = 0,8 \cdot (1 - 0,64) = 0,29$$

$$\varphi_{01} = 1,00$$

$$\varphi_{02} = 1,25$$

$$\beta_{00} = 1,00$$

$$\beta_j = 0,25$$

$$\beta'_{1j} = 1,00$$

luego:

$$\varphi_1 = 1,63$$

y por tanto:

$$\xi_1 = 1,63 \cdot 700 / 3,55.10^6 = 32,14.10^{-5} \text{ m/m}$$

c) Acortamientos por temperatura

$$\xi_1 = \alpha \cdot \Delta t = 10^{-5} \cdot 16 = 16.10^{-5} \text{ m/m}$$

El acortamiento por metro del tramo será la suma de todos los acortamientos (retracción, fluencia y temperatura):

$$\xi = 9,07.10^{-5} + 32,14.10^{-5} + 16.10^{-5} = 57,21.10^{-5} \text{ m/m}$$

luego el acortamiento total por tramo será:

$$\Delta l = 57,21.10^{-5} \cdot 19 \text{ m} = 1,09 \text{ cm}$$

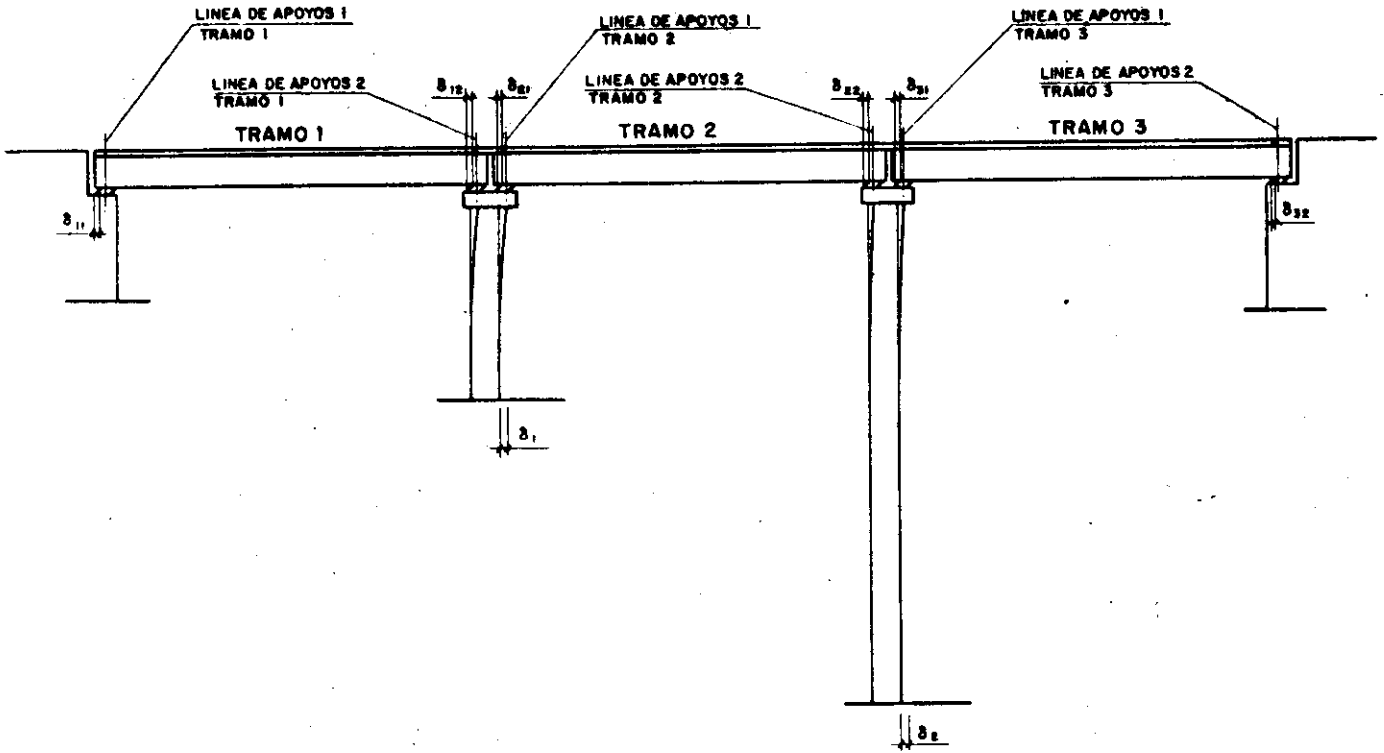


FIGURA 1

Dimensionamiento de los aparatos de apoyo

De acuerdo con los datos de la Colección se adoptan, siguiendo las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera" (MCPU, 1982), los siguientes apoyos:

- en estribos: apoyos tipo A de 250x300x5(8+3)
- en pilas : apoyos tipo A de 250x300x2(8+3)

Acciones lentas en apoyos

De acuerdo con la figura 1, será:

- $\delta_{11}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 1
- $\delta_{12}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 1
- $\delta_{21}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 2
- $\delta_{22}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 2
- $\delta_{31}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 3
- $\delta_{32}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 3
- $\delta_1$  = movimiento de la pila 1
- $\delta_2$  = movimiento de la pila 2

En los estribos, al ser sin derrame frontal de tierras, esto es, con muros en vuelta, se considera que su movimiento, a causa de las acciones ejercidas por el tablero, es despreciable.

Se pueden plantear entonces las siguientes ecuaciones de compatibilidad:

$$\begin{aligned} (\delta_1 + \delta_{12}) - \delta_{11} &= \Delta_1 \\ (\delta_2 + \delta_{22}) - (\delta_1 + \delta_{21}) &= \Delta_2 \\ \delta_{22} - (\delta_2 + \delta_{31}) &= \Delta_3 \end{aligned}$$

donde  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$  y  $\Delta_3$  son los alargamientos de cada uno de los tramos. En nuestro caso particular de forjado continuo, se verificará que:

$$\delta_{12} = \delta_{21} \quad \text{y} \quad \delta_{22} = \delta_{31}$$

y llamando

$$\delta'_1 = \delta_{12} = \delta_{21}$$

$$\delta'_2 = \delta_{22} = \delta_{31}$$

las ecuaciones de compatibilidad se pueden expresar del modo siguiente:

$$\begin{aligned} (\delta_1 + \delta'_1) - \delta_{11} &= \Delta_1 \\ (\delta_2 + \delta'_2) - (\delta_1 + \delta'_1) &= \Delta_2 \\ \delta_{32} - (\delta_2 + \delta'_2) &= \Delta_3 \end{aligned}$$

Si definimos como rigidez  $K_{ij}$  de una línea de apoyos al cociente entre la fuerza aplicada  $F$  y la deformación producida en la línea de apoyos (figura 2) y análogamente en las pilas una rigidez  $K_i$  (figura 3),



FIGURA 2

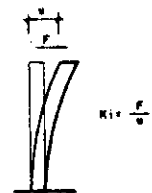


FIGURA 3



se pueden plantear las siguientes ecuaciones:

- de equilibrio de pilas

$$(K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$(K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

- de equilibrio del tablero

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + (K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 + (K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

El conjunto de estas ecuaciones permite obtener todos los movimientos y, por tanto, a través de las rigideces, las fuerzas por apoyo.

Calcularemos a continuación las diversas rigideces:

a) Rigideces de pilas  $K_1$  y  $K_2$

Por la propia definición de rigidez (fuerza/desplazamiento), y según la flecha de una ménsula, tendremos:

$$K_1 = \frac{3EI}{h_1^3}$$

$$K_2 = \frac{3EI}{h_2^3}$$

La inercia de la sección recta de la pila, vale:

$$I = 9,1 \cdot 1,35^3 / 12 = 1,87 \text{ m}^4$$

El módulo de elasticidad, al tratarse de acciones lentas (temperatura, retracción y fluencia), vale:

$$E = \frac{E_{\text{instantaneo}}}{1 + \psi}$$

donde:  $\psi$  = coeficiente de fluencia

$$E_{\text{instantaneo}} = 19000 \sqrt{f_{\text{ck}}} = 19000 \sqrt{250} = 3 \cdot 10^6 \text{ Mp/m}^2$$

Fera la evaluación de  $\psi$  se procede análogamente al caso de la viga, es decir:

$$\text{area: } A = 1,35 \cdot 9,10 = 12,92 \text{ m}^2$$

$$\text{perímetro: } u = (1,35 + 9,10) \cdot 2 = 20,90 \text{ m}$$

luego

$$e = \alpha \cdot 2 \cdot A / u = 5 \cdot 2 \cdot 12,92 / 20,90 = 5,880 \text{ mm}$$

Siguiendo lo establecido por el artículo 26.9, tendremos:

$$\beta_{0(30)} = 0,8 \cdot (1 - 0,68) = 0,26$$

$$\beta_{\infty} = 1,00$$

$$\beta_{30} = 0,25$$

$$\beta_{\infty-30} = \beta_{\infty} = 1,00$$

$$\varphi_{01} = 1,00$$

$$\varphi_{02} = 1,12$$

luego

$$\psi = 1,50$$

$$E = 3 \cdot 10^6 / (1 + 1,50) = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Mp/m}^2$$

por lo tanto, las rigideces de pilas serán:

$$K_1 = 3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 1,87 / 10^3 = 6732,00 \text{ Mp/m}$$

$$K_2 = 3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 1,87 / 25^3 = 430,85 \text{ Mp/m}$$

b) Rigideces de las líneas de apoyo

Para un ancho de plataforma de 10,00 m hay 5 vigas, es decir, existen 5 apoyos por cada línea de apoyos. De acuerdo con las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de apoyos elastoméricos para puentes de carretera", para acciones lentas tomaremos un módulo de elasticidad transversal para los apoyos de neopreno de  $G = 100 \text{ Mp/m}^2$ .

- Rigideces en líneas de apoyos de estribos

Si se aplica una fuerza de 1 Mp a la línea de apoyos la fuerza por apoyo será:

$$H = 1/5 = 0,20 \text{ Mp}$$

El espesor de los neoprenos, despreciando las capas de recubrimiento es:

$$T = 5 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

luego

$$u = \frac{H}{0,6 \cdot G} \cdot T = \frac{0,20}{0,25 \cdot 0,30 \cdot 100} \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 1,067 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

y

$$K_{11} = K_{32} = \frac{1}{1,067 \cdot 10^{-3}} = 937,21 \text{ Mp/m}$$

- Rigideces de líneas de apoyos de pilas

Los apoyos sobre pilas son todos iguales, luego:

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31}$$

y procediendo análogamente a como se ha hecho para estribos, tendremos:

$$T = 2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$u = \frac{0,20}{0,25 \cdot 0,30 \cdot 100} \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,427 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31} = \frac{1}{0,427 \cdot 10^{-3}} = 2341,92 \text{ Mp/m}$$

Resumiendo, tenemos las siguientes ecuaciones:

- de compatibilidad:

$$(\delta_1 + \delta'_1) - \delta_{11} = \Delta 1_1$$

$$(\delta_2 + \delta'_2) - (\delta_1 + \delta'_1) = \Delta 1_2$$

$$\delta_{32} - (\delta_2 + \delta'_2) = \Delta 1_3$$

- de equilibrio de pilas:

$$(K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$(K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

- de equilibrio de tablero:

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + (K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 + (K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

Si llamamos

$$K'_1 = K_{12} = K_{21}$$

$$K'_2 = K_{22} = K_{31}$$

y sustituimos las ecuaciones de equilibrio de pilas en las de compatibilidad, tendremos:

$$\left[ \frac{K_{12} + K_{21}}{K_1} \cdot \delta'_1 + \delta'_1 \right] - \delta_{11} = \Delta 1_1$$

$$\left[ \frac{K_{22} + K_{31}}{K_2} \cdot \delta'_2 + \delta'_2 \right] - \left[ \frac{K_{12} + K_{21}}{K_1} \cdot \delta'_1 + \delta'_1 \right] = \Delta 1_2$$

$$\delta_{32} - \left[ \frac{K_{22} + K_{31}}{K_2} \cdot \delta'_2 + \delta'_2 \right] = \Delta 1_3$$

es decir:

$$\frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 - \delta_{11} = \Delta 1_1$$

$$\frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 - \frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 = \Delta 1_2$$

$$\delta_{32} - \frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 = \Delta 1_3$$

y la ecuación de equilibrio del tablero:

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + 2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 + 2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

Sustituyendo valores numéricos:

$$1,696 \cdot \delta'_1 - \delta_{11} = -1,09$$

$$11,871 \cdot \delta'_2 - 1,696 \cdot \delta'_1 = -1,09$$

$$\delta_{32} - 11,871 \cdot \delta'_2 = -1,09$$

$$937,21 \cdot \delta_{11} + 4683,84 \cdot \delta'_1 + 4683,84 \cdot \delta'_2 + 937,21 \cdot \delta_{32} = 0$$

y resolviéndolo obtenemos:

$$\delta'_1 = 0,170 \text{ cm}$$

pudiendo entonces calcular los demás movimientos, es decir:

$$\delta_{11} = 1,378 \text{ cm}$$

$$\delta'_2 = -0,068 \text{ cm}$$

$$\delta_{32} = -1,893 \text{ cm}$$

$$\delta_1 = 0,118 \text{ cm}$$

$$\delta_2 = -0,739 \text{ cm}$$

Las fuerzas en cada línea de apoyos serán:

$$H_i = \text{Rigidez} \cdot \text{Desplazamiento}$$

y por apoyo

$$H_i = H_L / 5$$

luego tendremos:

$$\text{Estribo 1 } H_i = 937,21 \cdot 1,378 \cdot 10^{-2} / 5 = 2,58 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1 } H_i = 2341,92 \cdot 0,170 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,80 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2 } H_i = 2341,92 \cdot (-0,068 \cdot 10^{-2}) / 5 = -0,32 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2 } H_i = 937,21 \cdot (-1,893 \cdot 10^{-2}) / 5 = -3,55 \text{ Mp}$$

De los datos de la colección obtenemos:

$$R_{\text{máx}} \text{ por apoyo} = 74,5 \text{ Mp}$$

verificándose que:

$$H_i < 0,07 \cdot R_{\text{máx}} = 0,07 \cdot 74,5 = 5,22 \text{ Mp}$$

siendo por tanto de aplicación los elementos de esta Colección.

#### Acciones instantáneas

Con la misma notación del apartado anterior, se puede plantear el siguiente sistema de ecuaciones:

- de compatibilidad

$$\delta_1 + \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$\delta_2 + \delta'_2 = \delta_1 + \delta'_1$$

$$\delta_{32} = \delta_2 + \delta'_2$$

- de equilibrio de pilas

$$2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

- de equilibrio del tablero

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + 2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 + 2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = H$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$\frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$\frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 = \frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1$$

$$\delta_{32} = \frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2$$

a) Rigideces de pilas  $K_1$  y  $K_2$

Se adopta, al tratarse de acciones instantáneas,

$$E = E \text{ instantáneo} = 3 \cdot 10^6 \text{ Mp/m}^2$$

y de los cálculos anteriores:

$$K_1 = 16830,00 \text{ Mp/m}$$

$$K_2 = 1077,13 \text{ Mp/m}$$

b) Rigideces de las líneas de apoyo

Adoptaremos un módulo de elasticidad transversal:

$$G = 200 \text{ Mp/m}^2$$

luego:

$$K_{11} = K_{32} = 2 \cdot 937,21 = 1874,42 \text{ Mp/m}$$

Análogamente:

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31} = 2 \cdot 2341,92 = 4683,84 \text{ Mp/m}$$

y sustituyendo en las ecuaciones anteriores:

$$1,557 \cdot \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$9,697 \cdot \delta'_2 = 1,557 \cdot \delta'_1$$

$$\delta_{32} = 9,657 \cdot \delta'_2$$

$$1874,42 \cdot \delta_{11} + 9367,68 \cdot \delta'_1 + 9367,68 \cdot \delta'_2 + 1874,42 \cdot \delta_{32} = H$$

Resolveremos el sistema para los valores de H correspondientes a frenado y sismo:

- Frenado

Se toma H frenado según la Instrucción de acciones:

$$H \text{ frenado} = (60 + 0,4 \cdot 3 \cdot 19 \cdot 10) / 20 = 14,4 \text{ Mp}$$

y resolviendo el sistema:

$$\delta'_1 = 0,086 \text{ cm}$$

$$\delta_{11} = 0,134 \text{ cm}$$

$$\delta'_2 = 0,014 \text{ cm}$$

$$\delta_{32} = 0,134 \text{ cm}$$

Análogamente a como se ha procedido en el caso anterior:

$$\text{Estribo 1 } H_i = 1874,42 \cdot 0,134 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,50 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1 } H_i = 4683,34 \cdot 0,086 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,81 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2 } H_i = 4683,34 \cdot 0,014 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,13 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2 } H_i = 1874,42 \cdot 0,134 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,50 \text{ Mp}$$

- Sismo

Del cuadro de acciones sobre apoyos elastoméricos (plano 2.17 de la Colección), se obtiene:

$$H \text{ sismo por tablero} = 23,5 \text{ Mp}$$

luego:

$$H \text{ total} = 5 \cdot 23,5 = 70,50 \text{ Mp}$$

Las fuerzas por apoyo serán directamente proporcionales a las obtenidas para el frenado, luego:

$$\text{Estribo 1 } H_s = 70,50 / 14,40 \cdot 0,50 = 2,45 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1 } H_s = 70,50 / 14,40 \cdot 0,81 = 3,97 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2 } H_s = 70,50 / 14,40 \cdot 0,13 = 0,64 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2 } H_s = 70,50 / 14,40 \cdot 0,50 = 2,45 \text{ Mp}$$

luego las fuerzas instantáneas totales por apoyo son:

$$\text{Estribo 1 } H_i = 2,95 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1 } H_i = 4,78 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2 } H_i = 0,77 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2 } H_i = 2,95 \text{ Mp}$$

cumpliéndose que:

$$H_i < 0,08 \cdot R_{\text{máx}} = 0,08 \cdot 74,5 = 5,96 \text{ Mp}$$

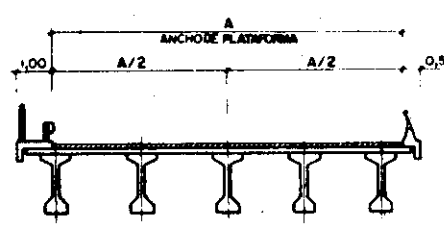
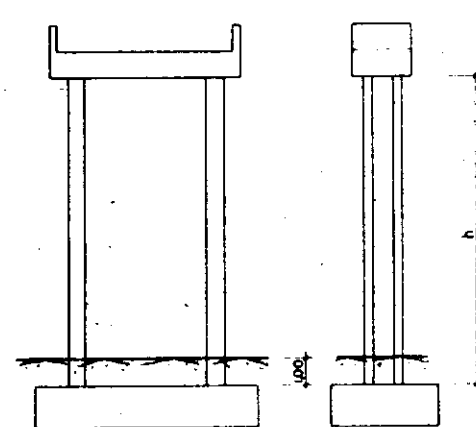
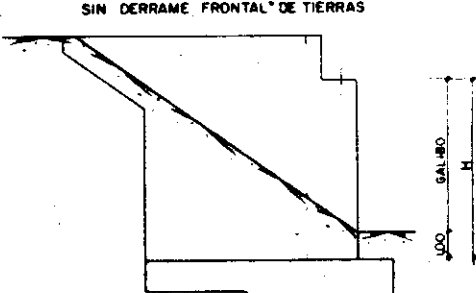
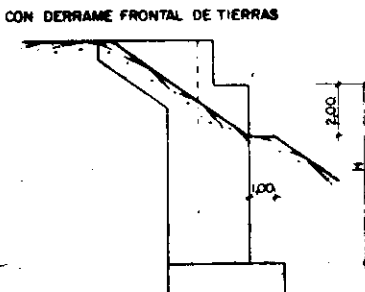
siendo por tanto de aplicación los elementos de esta Colección.

## 2. - PLANOS

## INDICE DE PLANOS

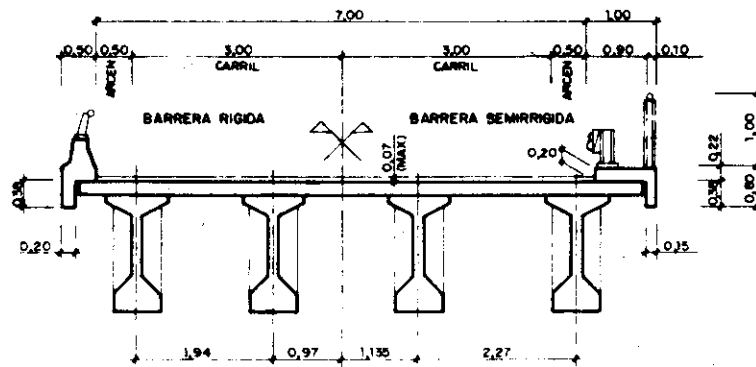
CONCEPTO	PLANOS
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	2.1
TABLEROS - SECCIONES GENERALES	2.2
PILAS - ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.3
ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.4
ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.5
PLANO-GUIA DE LOCALIZACION DE ELEMENTOS	2.6
TABLEROS	2.7 A 2.31
PILAS	2.32 A 2.62
ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	2.63 A 2.72
ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	2.73 A 2.82
TOPES SISMICOS	2.83 A 2.84
DETALLES	2.85

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

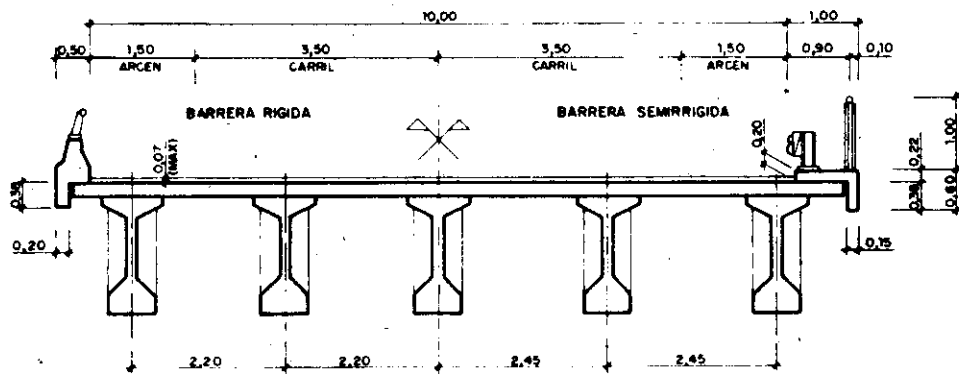
TABLEROS	CARACTERISTICAS
	<p>LUCES { MINIMA = 18,40 MAXIMA = 47,30</p> <p>ANCHOS DE PLATFORMA { 7,00 m 10,00 m 12,00 m</p> <p>TIPOS DE BARRERA { SEMIRRIGIDA RIGIDA</p> <p>GRADO DE SISMICIDAD &lt; VII</p>
PILAS	CARACTERISTICAS
	<p>ALTURA MAXIMA H = 30,00 m</p> <p>TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO DE CIMENTACION</p> <p><math>\sigma_{adm} \geq</math> { 2,00 kp/cm<sup>2</sup> 3,00 kp/cm<sup>2</sup> 5,00 kp/cm<sup>2</sup> 7,00 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>GRADO DE SISMICIDAD &lt; III</p>
ESTRIBOS	CARACTERISTICAS
<p>SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS</p>  <p>CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS</p> 	<p>ALTURA MAXIMA H = 8,00 m</p> <p>TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO DE CIMENTACION</p> <p><math>\sigma_{adm} \geq</math> { 2,00 kp/cm<sup>2</sup> 3,00 kp/cm<sup>2</sup> 5,00 kp/cm<sup>2</sup> 7,00 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>GRADO DE SISMICIDAD &lt; VII</p>

SECCIONES TIPO DE TABLEROS

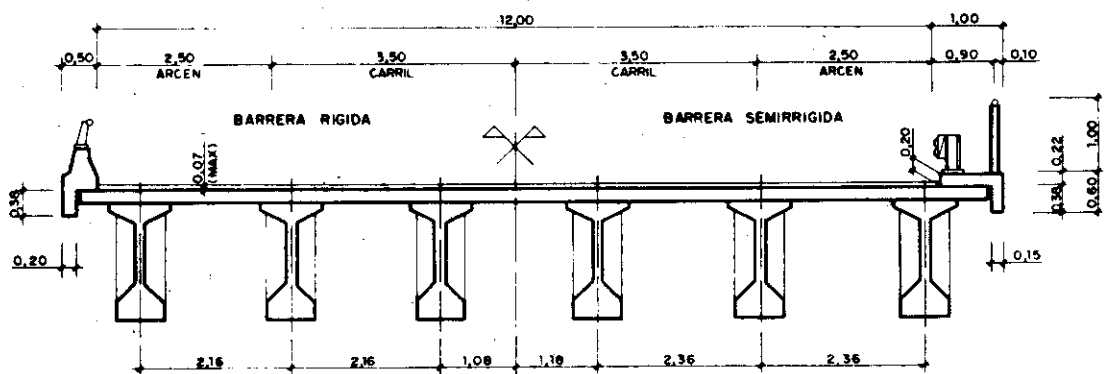
ANCHO DE PLATAFORMA 7,00 m



ANCHO DE PLATAFORMA 10,00 m



ANCHO DE PLATAFORMA 12,00 m



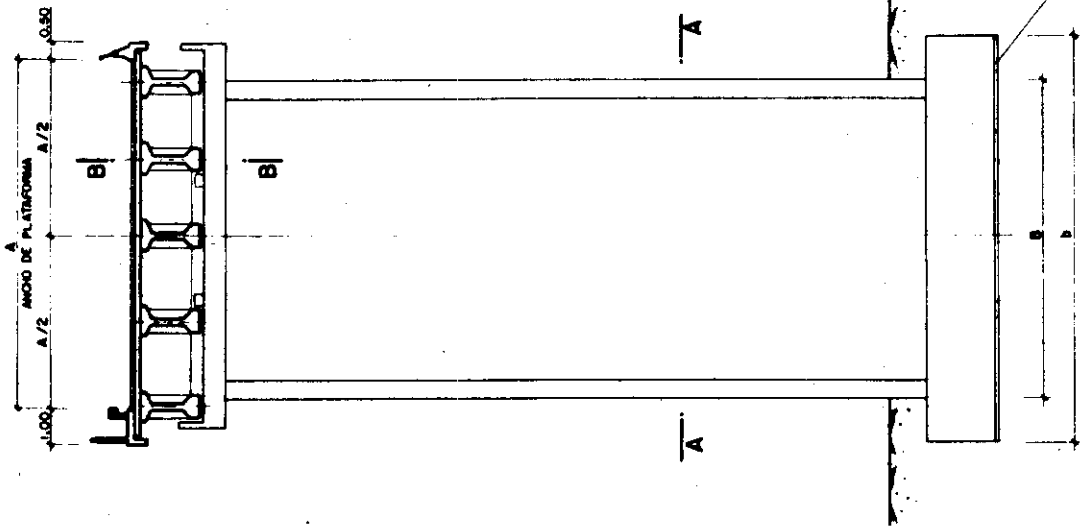
NOTAS:

- 1- EL ESPESOR DE PAVIMENTO ES CONSTANTE Y CON UN VALOR MAXIMO DE 0,07M EN TODO EL ANCHO DE LA LOSA.
- 2- EL AJUSTE DE LA ESTRUCTURA A LAS PENDIENTES TRANSVERSALES DE LA PLATAFORMA SE CONSEGUIRA MEDIANTE LA INCLINACION DE LA LOSA SUPERIOR, PARA LA QUE EL PROYECTISTA DEFINIRA LAS COTAS EXACTAS DE CADA VIGA Y LAS NECESARIAS CUÑAS DE RECORRIDO DE LA LOSA O DE LA CABEZA DE LAS VIGAS EN NINGUN CASO EL PAVIMENTO, DE ESPESOR CONSTANTE, SUPERARA LOS 7 CENTIMETROS

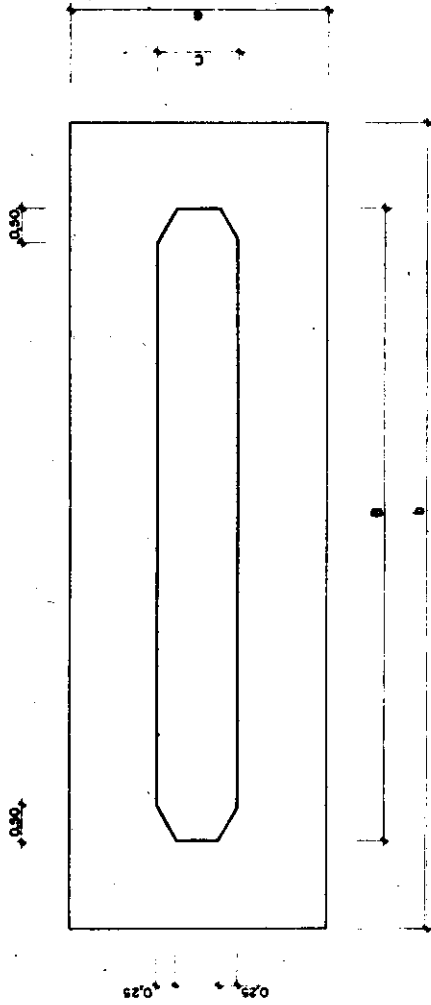
PILAS ALZADO Y SECCIONES GENERALES

SEMI - ALZADO  
BARRERA SEMI RÍGIDA  
ESCALA ④

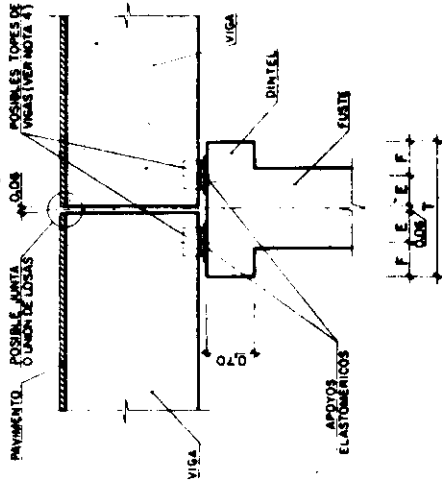
SEMI - ALZADO  
BARRERA RÍGIDA  
ESCALA ④



SECCION A-A  
ESCALA ③



SECCION B-B  
ESCALA ③

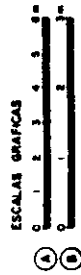


DIMENSIONES DEL DANTEL

	TIPO DE VIGA				
	I	II	III	IV	V
T (m)	1,96	1,96	2,26	2,26	2,26
E (m)	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
F (m)	0,35	0,30	0,60	0,60	0,80

NOTAS:

- 1- EL CANTO C DE LAS PILAS ES FUNCION DE LA ALTURA H máx. DE LA PILA MAS ALTA DEL PUENTE
- 2- EL ANCHO B DE LAS PILAS DEPENDE DEL ANCHO A DE LA PLATAFORMA PERO NO DEL TIPO DE BARRERA UTILIZADO
- 3- EL ANCHO DE PLATAFORMA(A) ESTA FORMADO POR CALZADA MAS ARCOS
- 4- LOS TOPES DE VIGAS SOLO SE PONDRAN EN CASO DE UTILIZACION EN ZONA DE GRANO SISMICO 6 + III

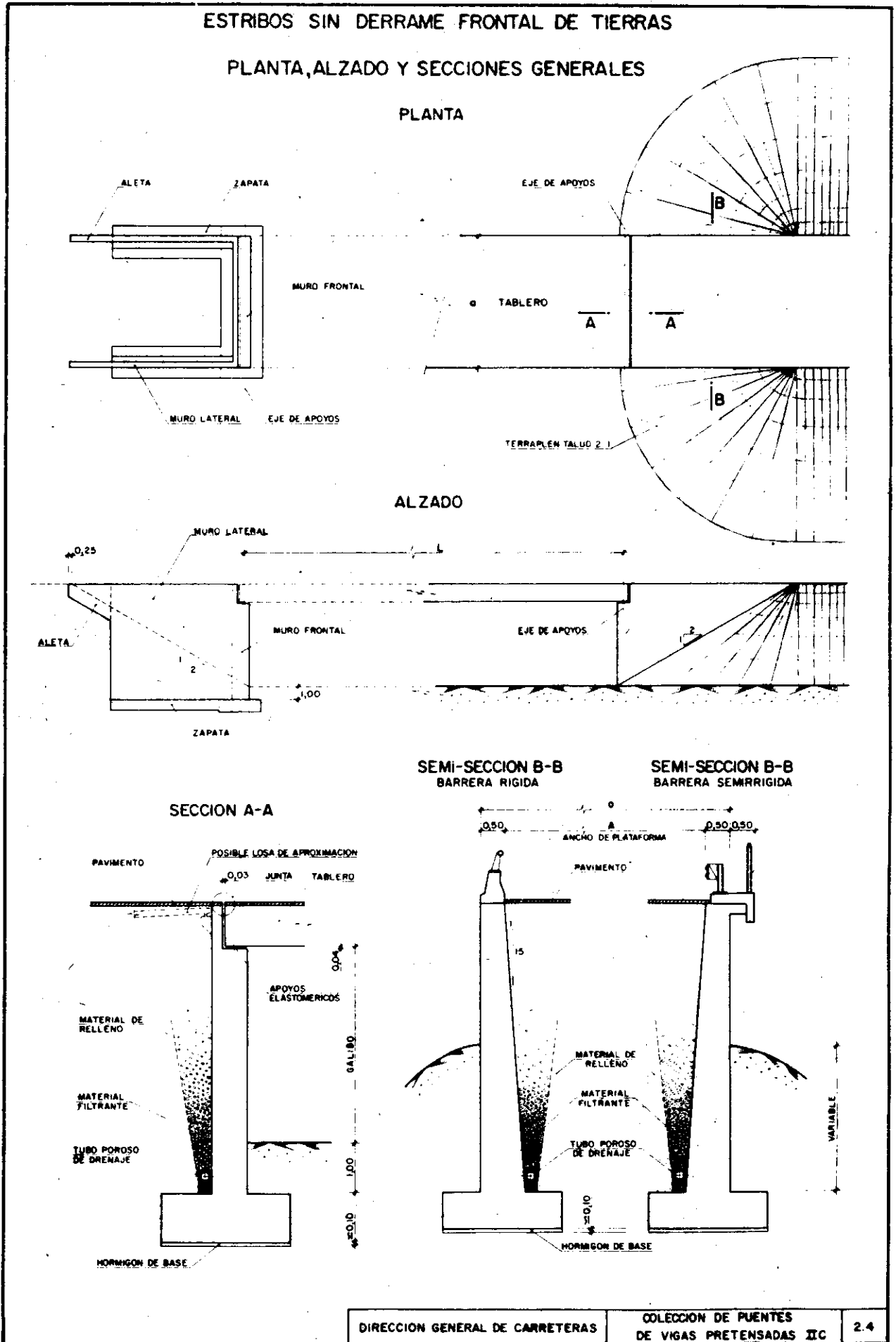


DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

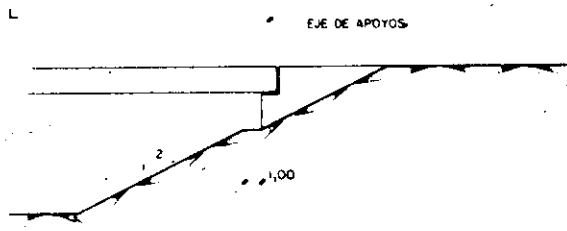
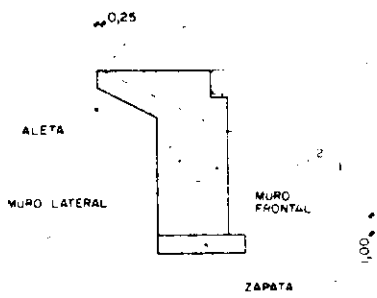
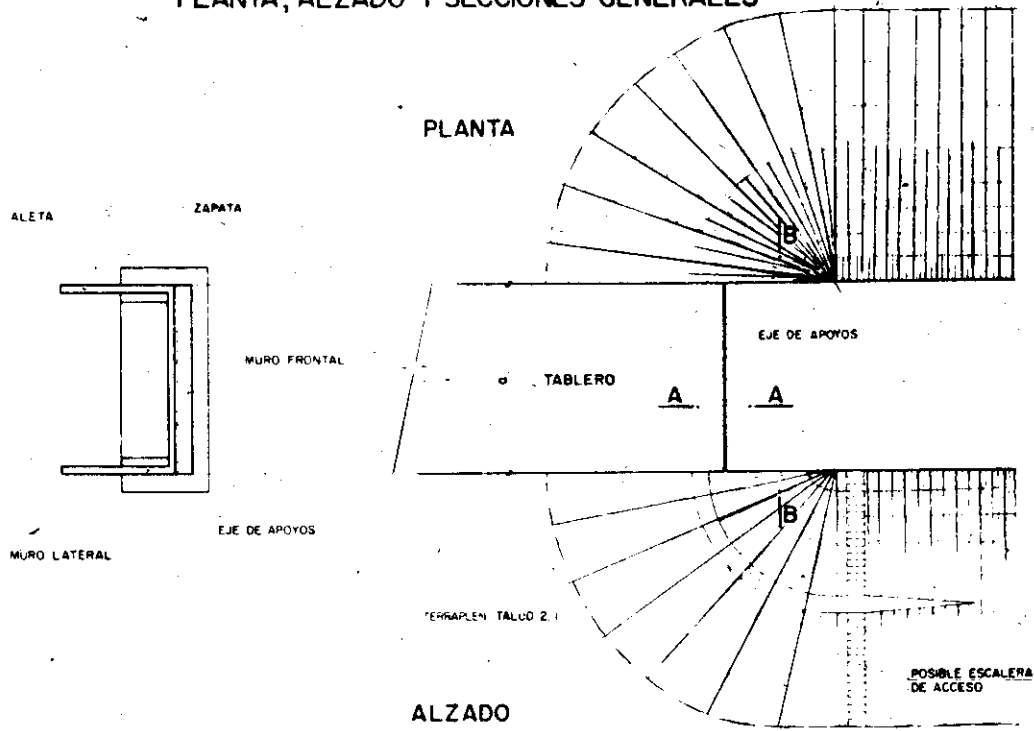
COLECCION DE PUENTES  
DE VIGAS PRETENSADAS IIC

### ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

#### PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES



### ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES



SEMI-SECCION B-B  
BARRERA RIGIDA

SEMI-SECCION B-B  
BARRERA SEMIRRIGIDA

