

---

*ANEJO Nº 4*  
*EFFECTOS SÍSMICOS*

**ÍNDICE**

<b>1. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. ACCIÓN SÍSMICA.....</b>	<b>2</b>
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO .....	2
3.2. ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA .....	3
3.3. ACELERACIÓN SÍSMICA HORIZONTAL DE CÁLCULO.....	3
3.4. ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA .....	4
3.4.1. Componentes horizontales .....	4
3.4.2. Componentes verticales .....	4
<b>4. SITUACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO .....</b>	<b>4</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>5</b>

**APENDICES:****APÉNDICE 1.- PARÁMETROS SÍSMICOS**

## 1. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Dentro del marco establecido por la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación, la Parte 2 de Puentes (NCSP-07), aprobada en el Real Decreto 637/2007 de 18 de mayo (BOE 2 de junio de 2007), se incluyen los criterios específicos que han de tenerse en cuenta dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto de puentes de carretera y ferrocarril.

## 2. CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA.

No será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento  $a_b$  cumpla:

$$a_b < 0.04g$$

donde  $g$  es la aceleración de la gravedad.

Tampoco será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones en que la aceleración sísmica horizontal de cálculo  $a_c$  cumpla:

$$a_c < 0.04g$$

Se considera que, si la aceleración sísmica es inferior a la indicada, no se generan solicitaciones peores que en las demás hipótesis de carga, dada la diferencia de coeficientes seguridad y acciones simultáneas que deben considerarse con el sismo.

## 3. ACCIÓN SÍSMICA.

### 3.1. Caracterización del terreno

Los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cemento o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $v_s > 750 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200 \text{ m/s}$ .

- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $v_s \leq 200 \text{ m/s}$ .

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna un valor del coeficiente C, coeficiente del terreno:

Terreno Tipo	Coficiente C
I	1.0
II	1.3
III	1.6
IV	2.0

Dado que dicho coeficiente C correspondiente a un emplazamiento específico depende de las características de los primeros 30 m bajo la superficie, para obtener su valor se determina mediante la aplicación de la expresión 3.1 de la norma:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

donde  $C_i$  y  $e_i$  son los coeficientes de cada estrato de suelo con su espesor correspondiente en metros (m).

Para las estructuras objeto de proyecto se aplicará lo indicado en el anejo de geotecnia de cimentación de estructuras. En el apéndice de parámetros sísmicos, se indican los valores considerados en cada estructura.

A continuación se adjunta un cuadro resumen en el que se indica el tipo de terreno y los coeficientes para las estructuras incluidas en el proyecto. Los cálculos detallados para cada una de ellas se adjuntan en el apéndice 1.

ESTRUCTURA	Coficiente C
E-1	1,71
E-2	1,65
Muro 1	1,36
Muro 2	1,36
Muro 3	1,65
Muro 4	1,71
Muro 5	1,65

### 3.2. Aceleración sísmica básica

El valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un período de retorno de 500 años se determina mediante el mapa de peligrosidad sísmica, que se detalla a continuación, y cuyo listado por términos municipales se recoge en el anejo nº 1 de la citada norma.

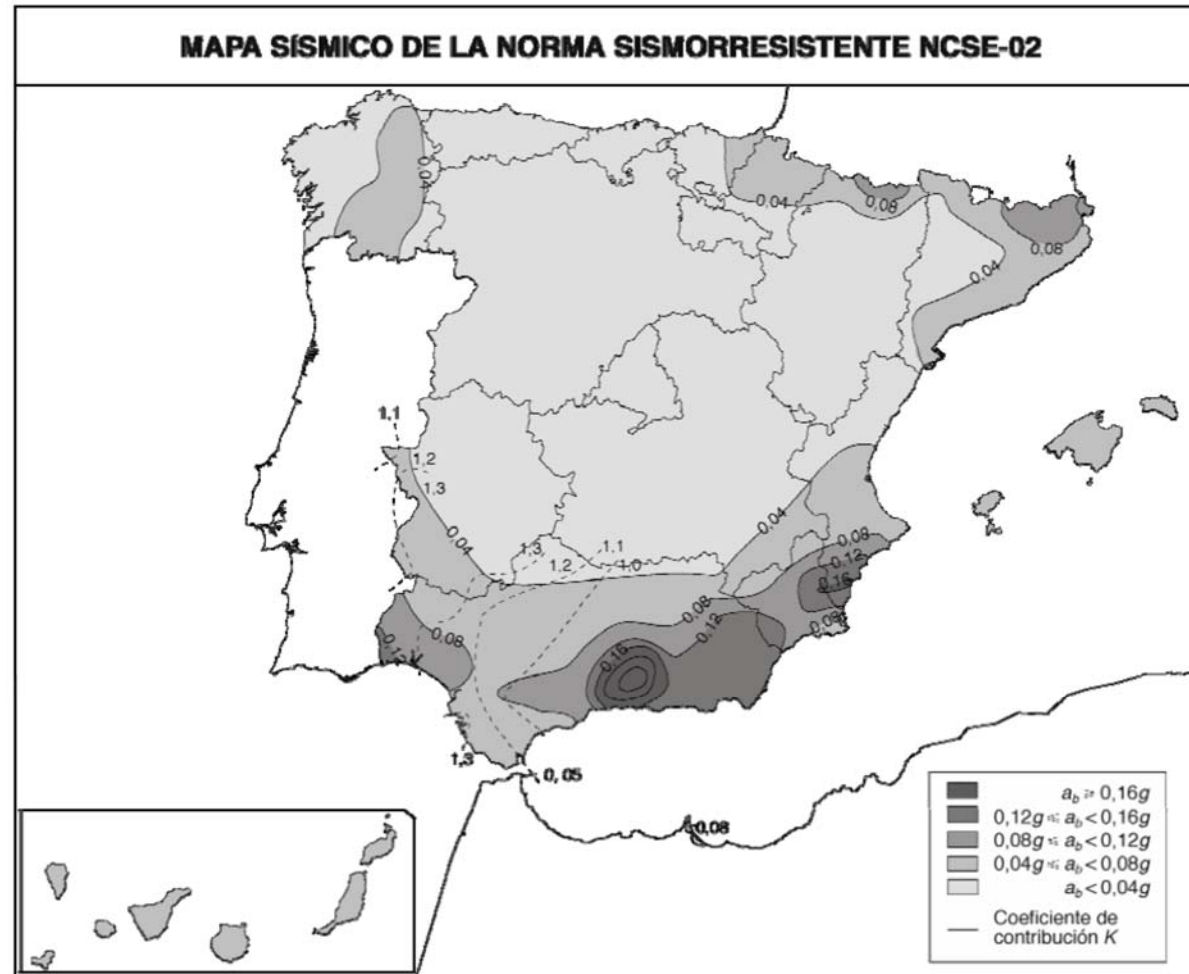


Figura 3.1 Mapa de peligrosidad sísmica (según NCSE-02)

Definidos los términos municipales donde se proyectan las estructuras del presente proyecto, se obtienen de dichas fuentes los siguientes valores:

Término Municipal	$a_b/g$	$K$
Camas (Sevilla)	0.07	1.2

siendo  $K$  el coeficiente de contribución de la fuente sismogénica de Azores-Gibraltar que recoge la influencia de sus efectos.

Por tanto, se deduce que es necesaria la consideración de las acciones sísmicas.

### 3.3. Aceleración sísmica horizontal de cálculo

La aceleración sísmica horizontal de cálculo se define como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

$a_b$  : aceleración sísmica básica

$S$  : Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

$$S = \frac{C}{1.25} \quad \text{si } \rho \cdot a_b \leq 0.1 \cdot g$$

$$S = \frac{C}{1.25} + 3.33 \cdot \left( \rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0.1 \right) \cdot \left( 1 - \frac{C}{1.25} \right) \quad \text{si } 0.1 \cdot g < \rho \cdot a_b < 0.4 \cdot g$$

$$S = 1.0 \quad \text{si } \rho \cdot a_b \geq 0.4 \cdot g$$

$C$  : Coeficiente del terreno

$\rho$  : Coeficiente adimensional de riesgo, obtenido como producto de dos factores:

$$\rho = \gamma_I \cdot \gamma_{II}$$

$\gamma_I$  : Factor de importancia, función de la importancia del puente:

Importancia del puente	$\gamma_I$
Normal	1.0
Especial	1.3

$\gamma_{II}$  : Factor modificador para considerar un período de retorno diferente de 500 años:

$$\gamma_{II} = \left( \frac{P_R}{500} \right)^{0.4}$$

$P_R$  : Período de retorno

A continuación se adjunta un cuadro resumen en el que se indica la aceleración de cálculo para las estructuras incluidas en el proyecto. Los cálculos detallados para cada una de ellas se adjuntan en el apéndice 1.

ESTRUCTURA	Sismo último ac/g	Sismo frecuente ac/g
E-1	0,125	0,065
E-2	0,120	0,063
Muro 1	0,076	0,040
Muro 2	0,076	0,040
Muro 3	0,092	0,048
Muro 4	0,096	0,050
Muro 5	0,092	0,048

Por tanto, se deduce que es necesaria la consideración de las acciones sísmicas.

### 3.4. Espectro de respuesta elástica

#### 3.4.1. Componentes horizontales

Para las componentes horizontales de la acción sísmica, se considerará el siguiente espectro de respuesta elástica de aceleraciones  $S_a(T)$ , correspondiente a un oscilador lineal simple,

$$\begin{aligned}
 0 \leq T \leq T_A &\rightarrow S_a(T) = \left[ 1 + \frac{T}{T_A} \cdot (2.5 \cdot \nu - 1) \right] \cdot a_c \\
 T_A \leq T \leq T_B &\rightarrow S_a(T) = 2.5 \cdot \nu \cdot a_c \\
 T_B \leq T \leq T_C &\rightarrow S_a(T) = 2.5 \cdot \nu \cdot \frac{T_B}{T} \cdot a_c \\
 T_C \leq T &\rightarrow S_a(T) = 2.5 \cdot \nu \cdot \frac{T_B \cdot T_C}{T^2} \cdot a_c
 \end{aligned}$$

$a_c$  : aceleración sísmica horizontal de cálculo

$\nu$  : factor corrector dependiente del amortiguamiento equivalente de la estructura, que puede obtenerse mediante la expresión:

$$\nu = \left( \frac{5}{\zeta} \right)^{0.4} \geq 0.55 \quad \text{válida para } \zeta \geq 1\%$$

$\zeta$  : índice de amortiguamiento, en porcentaje, cuyo valor se indica en la siguiente tabla:

Tipología estructural	Bajo la acción del sismo frecuente de cálculo	Bajo la acción del sismo último de cálculo
Puentes de acero	2	4
Puentes de hormigón pretensado		
Puentes mixtos	3	5
Puentes de hormigón armado		

$T_A, T_B, T_C$  : valores del período que delimitan el espectro. Estos valores dependen del tipo de sismo de cálculo y del tipo de terreno de cimentación del puente, obteniéndose del cuadro siguiente:

Sismo último de cálculo	Sismo frecuente de cálculo Sismo de construcción
$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$	$T_A = \frac{K \cdot C}{20}$
$T_B = \frac{K \cdot C}{2.5}$	$T_B = \frac{K \cdot C}{5}$
$T_C = K \cdot (2 + C)$	$T_C = K \cdot (1 + 0.5 \cdot C)$

En el apéndice 1 se muestran gráficamente los espectros de respuesta elástica para sismo último y frecuente de cálculo obtenidos para cada una de las estructuras.

#### 3.4.2. Componentes verticales

Según lo indicado en la normativa, el espectro correspondiente a la componente vertical se obtiene simplificada a partir del espectro horizontal multiplicado por un factor igual a 0.7, a falta de estudios más detallados.

## 4. SITUACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO.

Teniendo en cuenta que la acción sísmica se considera accidental, las situaciones de cálculo en las que aparece involucrada esta acción son situaciones accidentales.

La combinación de acciones a considerar para el estudio de la situación sísmica que se puede presentar a lo largo de la vida útil de los puentes es la siguiente:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_A \cdot A_E$$

$\gamma_{G,i}, \gamma_{G^*,j}, \gamma_{Q,1}, \gamma_A$  : coeficientes parciales de seguridad, de valor igual a la unidad, según IAP e IAPF.

$G_{k,i}$  : valor característico de las acciones permanentes, según IAP e IAPF.

$G_{k,j}^*$  : valor característico de las acciones permanentes de valor no constante, según IAP e IAPF.

$\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$  : valor casi-permanente de la sobrecarga de uso, según IAP e IAPF. A efectos de la aplicación de esta Norma, en los puentes de baja o media intensidad de tráfico y en las pasarelas peatonales, se podrá tomar  $\psi_{2,1} = 0$ .

$A_E$  : valor de la acción sísmica que sea pertinente según la comprobación que se vaya a realizar (sismo último de cálculo, sismo frecuente de cálculo o sismo durante la construcción), la peor de las combinaciones siguientes:

$$\begin{aligned} & A_{Ex} \cup 0.30 \cdot A_{Ey} \cup 0.30 \cdot A_{Ez} \\ & 0.30 \cdot A_{Ex} \cup A_{Ey} \cup 0.30 \cdot A_{Ez} \\ & 0.30 \cdot A_{Ex} \cup 0.30 \cdot A_{Ey} \cup A_{Ez} \end{aligned}$$

$A_{Ex}, A_{Ey}, A_{Ez}$  : acciones sísmicas en las tres direcciones del espacio (x,y,z).

## 5. CONCLUSIONES.

En base a lo expuesto previamente, así como a los cálculos que se desprenden del apéndice 1, se concluye que es preciso tener en cuenta la consideración de la acción sísmica en las estructuras inmersas en el presente proyecto y, como tal, en el correspondiente anejo de estructuras se establecen las medidas oportunas para hacerles frente (topes sísmicos, tipología de aparatos de apoyo, vinculación entre elementos, etc.).

---

APÉNDICE 1  
PARÁMETROS SÍSMICOS.

---

**ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA (NCSP-07)**

E-1

**PARÁMETROS SÍSMICOS**

**Datos generales**

Emplazamiento	Camas (Sevilla)
Aceleración básica (ab/g)	0.07
Factor de importancia $\gamma_1$	1.30 Especial
Coefficiente de suelo (C)	1.71
Coefficiente de contribución (K)	1.20

**Datos para sismo último**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	4
Factor comportamiento por ductilidad (q)	1.0
Período de Retorno (PR)	500 años

**Datos para sismo frecuente**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	2
Período de Retorno (PR)	100 años

**Cálculos intermedios**

	Sismo Último	Sismo Frecuente
TA (s)	0.205	0.103
TB (s)	0.821	0.411
TC (s)	4.453	2.226
Factor de importancia ( $\gamma_1$ )	1.300	1.300
Factor modificador ( $\gamma_2$ )	1.000	0.525
Coefficiente de riesgo ( $\rho$ )	1.300	0.683
$\rho \cdot ab$ (m/s <sup>2</sup> )	0.893	0.469
Coefficiente de amplif. terreno (S)	1.369	1.369
Factor corrector del amort. (v)	1.093	1.443
Aceleración de cálculo <b>ac</b> (m/s <sup>2</sup> )	1.222	0.642
ac/g	0.125	0.065

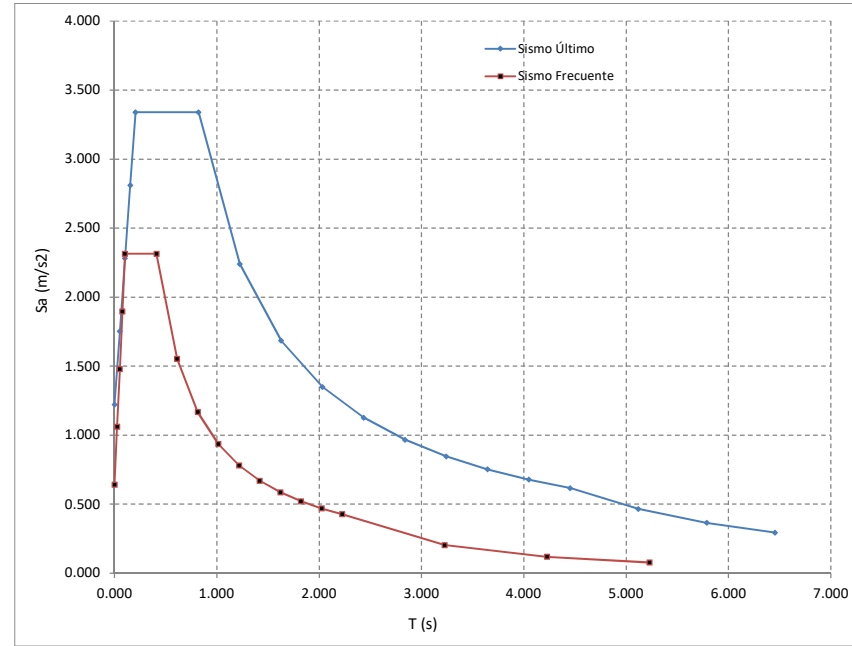
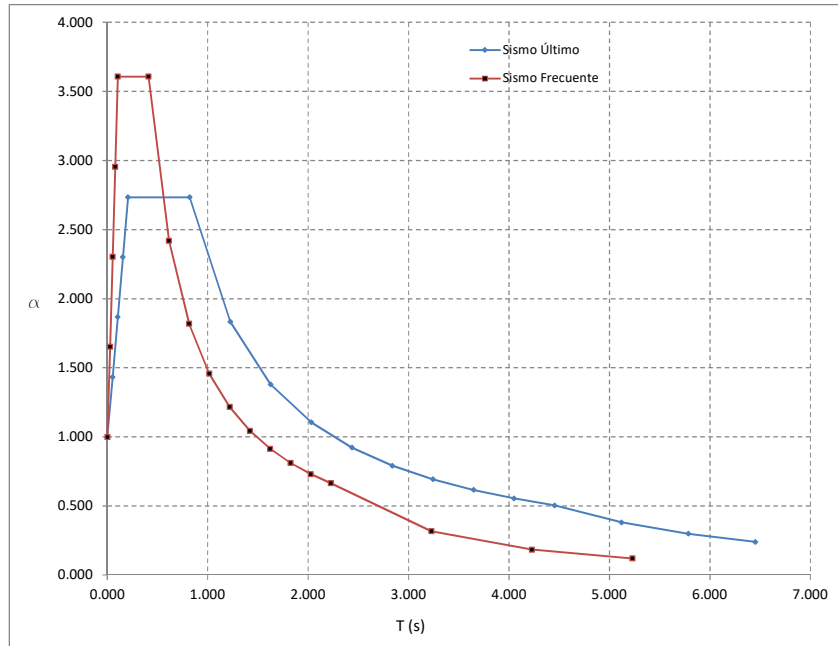
TA, TB, TC: Valores del periodo de delimitan el espectro.

Sa: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones correspondiente al sismo frecuente.

Sa,r: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones reducido correspondiente al sismo último.

**Valores del espectro de respuesta elástica**

	Sismo Último			Sismo Frecuente			
	T (s)	$\alpha, r$	Sa,r (m/s <sup>2</sup> )	T (s)	$\alpha$	Sa (m/s <sup>2</sup> )	
TA	0.000	1.000	1.222	0.000	1.000	0.642	
	0.051	1.433	1.751	0.026	1.652	1.060	
	0.103	1.867	2.281	0.051	2.303	1.478	
	0.154	2.300	2.810	0.077	2.955	1.896	
	<b>0.205</b>	2.733	3.339	<b>0.103</b>	3.607	2.315	
	<b>0.821</b>	2.733	3.339	<b>0.411</b>	3.607	2.315	
	1.225	1.833	2.239	0.612	2.418	1.552	
	1.628	1.379	1.684	0.814	1.819	1.167	
	2.032	1.105	1.350	1.016	1.458	0.936	
	2.435	0.922	1.126	1.218	1.216	0.780	
TB	2.839	0.791	0.966	1.419	1.043	0.670	
	3.242	0.692	0.846	1.621	0.913	0.586	
	3.646	0.616	0.752	1.823	0.812	0.521	
	4.049	0.554	0.677	2.025	0.731	0.469	
	<b>4.453</b>	0.504	0.616	<b>2.226</b>	0.665	0.427	
	5.119	0.381	0.466	3.226	0.317	0.203	
	5.786	0.299	0.365	4.226	0.185	0.118	
	6.453	0.240	0.293	5.226	0.121	0.077	
	TC						





**ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA (NCSP-07)**

E-2

**PARÁMETROS SÍSMICOS**

**Datos generales**

Emplazamiento	Camas (Sevilla)
Aceleración básica (ab/g)	0.07
Factor de importancia $\gamma_1$	1.30 Especial
Coefficiente de suelo (C)	1.65
Coefficiente de contribución (K)	1.20

**Datos para sismo último**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	4
Factor comportamiento por ductilidad (q)	1.0
Período de Retorno (PR)	500 años

**Datos para sismo frecuente**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	2
Período de Retorno (PR)	100 años

**Cálculos intermedios**

	Sismo Último	Sismo Frecuente
TA (s)	0.198	0.099
TB (s)	0.790	0.395
TC (s)	4.375	2.188
Factor de importancia ( $\gamma_1$ )	1.300	1.300
Factor modificador ( $\gamma_2$ )	1.000	0.525
Coefficiente de riesgo ( $\rho$ )	1.300	0.683
$\rho \cdot ab$ (m/s <sup>2</sup> )	0.893	0.469
Coefficiente de amplif. terreno (S)	1.317	1.317
Factor corrector del amort. (v)	1.093	1.443
Aceleración de cálculo <b>ac</b> (m/s <sup>2</sup> )	1.176	0.618
ac/g	0.120	0.063

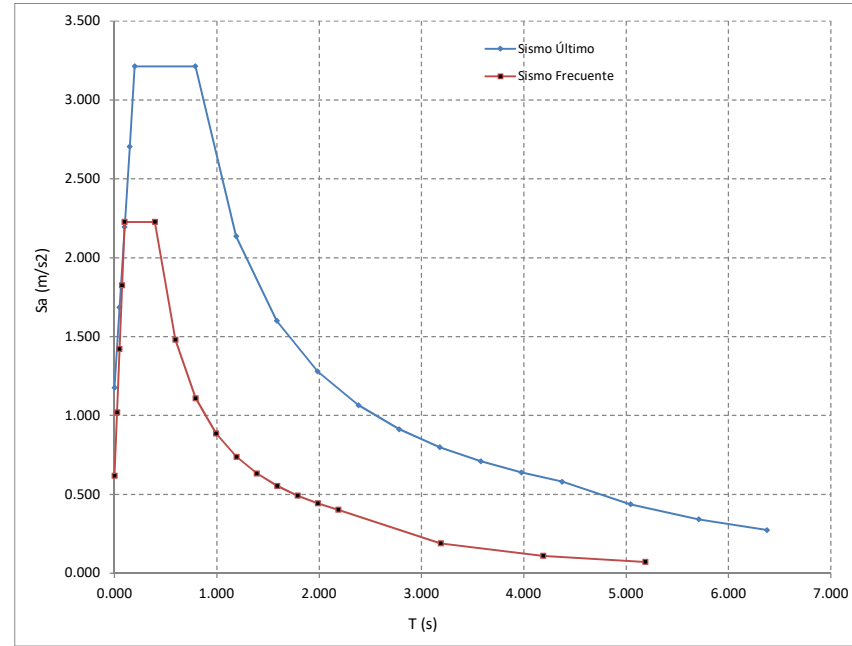
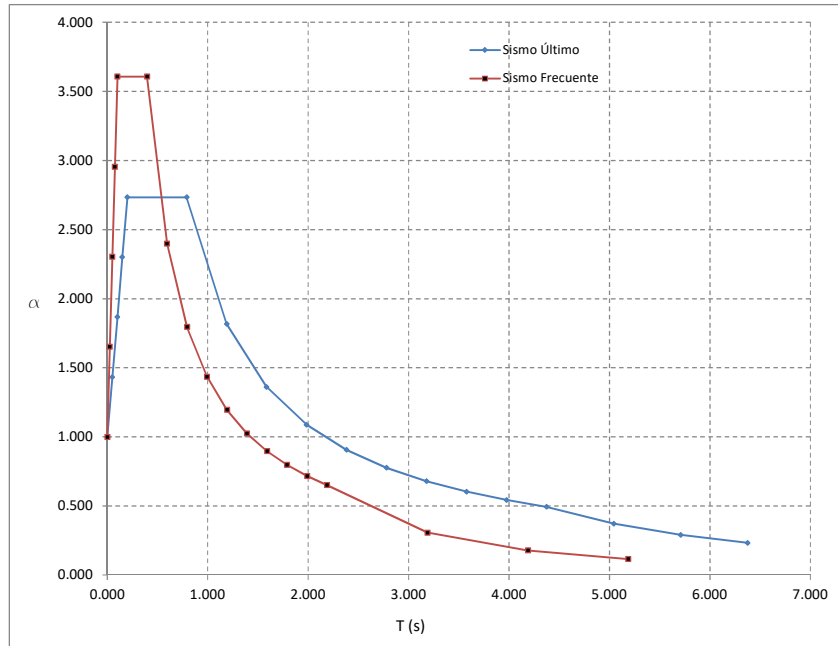
TA, TB, TC: Valores del periodo de delimitan el espectro.

Sa: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones correspondiente al sismo frecuente.

Sa,r: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones reducido correspondiente al sismo último.

**Valores del espectro de respuesta elástica**

	Sismo Último			Sismo Frecuente			
	T (s)	$\alpha, r$	Sa,r (m/s <sup>2</sup> )	T (s)	$\alpha$	Sa (m/s <sup>2</sup> )	
TA	0.000	1.000	1.176	0.000	1.000	0.618	
	0.049	1.433	1.685	0.025	1.652	1.020	
	0.099	1.867	2.194	0.049	2.303	1.422	
	0.148	2.300	2.704	0.074	2.955	1.825	
	<b>0.198</b>	2.733	3.213	<b>0.099</b>	3.607	2.227	
	TB	<b>0.790</b>	2.733	3.213	<b>0.395</b>	3.607	2.227
	1.188	1.817	2.136	0.594	2.398	1.481	
	1.587	1.361	1.600	0.793	1.796	1.109	
	1.985	1.088	1.279	0.993	1.435	0.886	
	2.383	0.906	1.065	1.192	1.196	0.738	
TC	2.782	0.776	0.913	1.391	1.024	0.633	
	3.180	0.679	0.798	1.590	0.896	0.553	
	3.579	0.603	0.709	1.789	0.796	0.492	
	3.977	0.543	0.638	1.988	0.717	0.442	
	<b>4.375</b>	0.494	0.580	<b>2.188</b>	0.651	0.402	
	5.042	0.372	0.437	3.188	0.307	0.189	
	5.709	0.290	0.341	4.188	0.178	0.110	
	6.375	0.232	0.273	5.188	0.116	0.072	



**ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA (NCSP-07)**

**MURO 1**

**PARÁMETROS SÍSMICOS**

**Datos generales**

Emplazamiento	Camas (Sevilla)
Aceleración básica (ab/g)	0.07
Factor de importancia $\gamma_1$	1.00 Normal
Coefficiente de suelo (C)	1.36
Coefficiente de contribución (K)	1.20

**Datos para sismo último**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	5
Factor comportamiento por ductilidad (q)	1.0
Período de Retorno (PR)	500 años

**Datos para sismo frecuente**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	3
Período de Retorno (PR)	100 años

**Cálculos intermedios**

	Sismo Último	Sismo Frecuente
TA (s)	0.164	0.082
TB (s)	0.654	0.327
TC (s)	4.036	2.018
Factor de importancia ( $\gamma_1$ )	1.000	1.000
Factor modificador ( $\gamma_2$ )	1.000	0.525
Coefficiente de riesgo ( $\rho$ )	1.000	0.525
$\rho \cdot ab$ (m/s <sup>2</sup> )	0.687	0.361
Coefficiente de amplif. terreno (S)	1.090	1.090
Factor corrector del amort. (v)	1.000	1.227
Aceleración de cálculo <b>ac</b> (m/s <sup>2</sup> )	0.749	0.393
ac/g	0.076	0.040

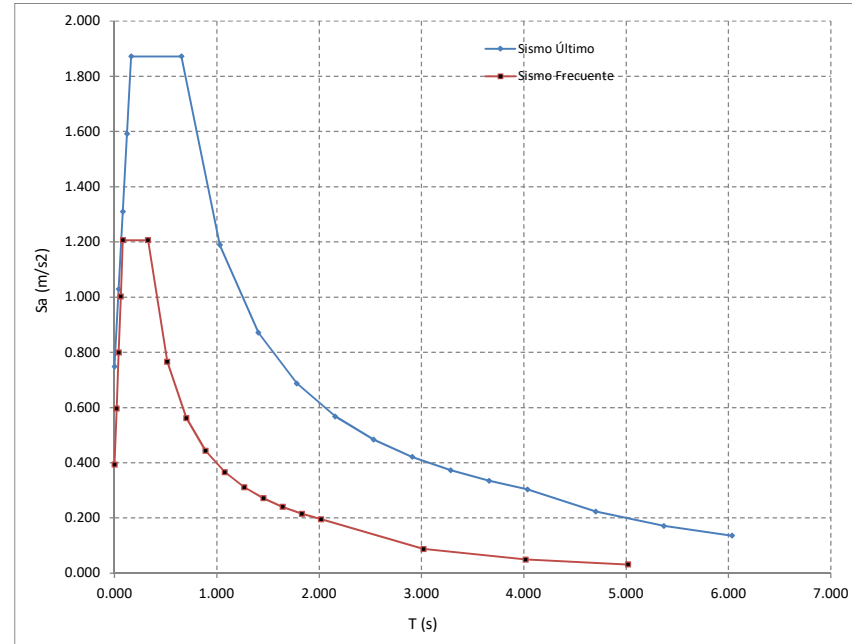
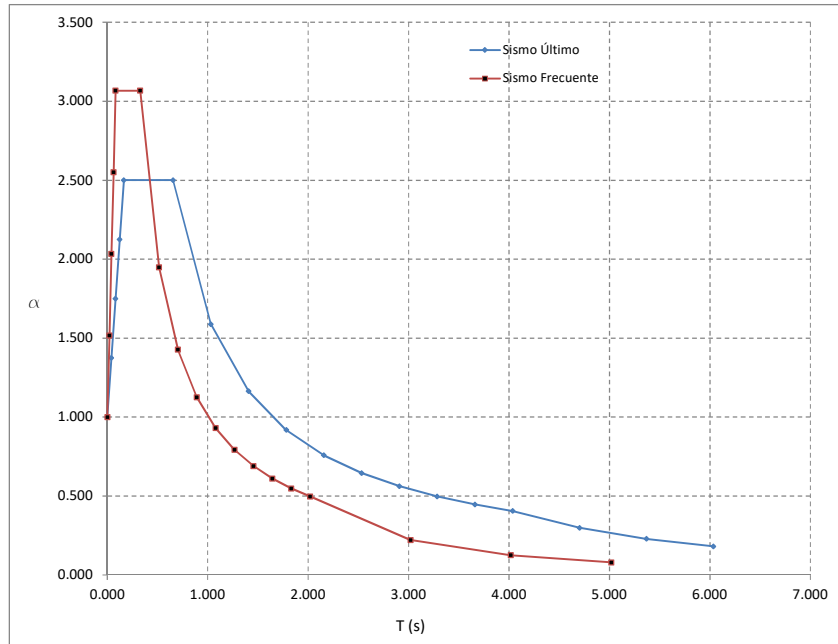
TA, TB, TC: Valores del periodo de delimitan el espectro.

Sa: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones correspondiente al sismo frecuente.

Sa,r: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones reducido correspondiente al sismo último.

**Valores del espectro de respuesta elástica**

	Sismo Último			Sismo Frecuente			
	T (s)	$\alpha, r$	Sa,r (m/s <sup>2</sup> )	T (s)	$\alpha$	Sa (m/s <sup>2</sup> )	
TA	0.000	1.000	0.749	0.000	1.000	0.393	
	0.041	1.375	1.030	0.020	1.517	0.597	
	0.082	1.750	1.310	0.041	2.033	0.800	
	0.123	2.125	1.591	0.061	2.550	1.003	
	<b>0.164</b>	2.500	1.872	<b>0.082</b>	3.067	1.206	
	TB	<b>0.654</b>	2.500	1.872	<b>0.327</b>	3.067	1.206
		1.030	1.588	1.189	0.515	1.948	0.766
		1.406	1.164	0.871	0.703	1.427	0.561
		1.781	0.918	0.688	0.891	1.126	0.443
		2.157	0.758	0.568	1.079	0.930	0.366
2.533		0.646	0.484	1.266	0.792	0.312	
2.908		0.562	0.421	1.454	0.690	0.271	
3.284		0.498	0.373	1.642	0.611	0.240	
3.660		0.447	0.335	1.830	0.548	0.216	
<b>4.036</b>		0.405	0.303	<b>2.018</b>	0.497	0.196	
TC	4.702	0.299	0.224	3.018	0.222	0.087	
	5.369	0.229	0.171	4.018	0.125	0.049	
	6.036	0.181	0.136	5.018	0.080	0.032	



**ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA (NCSP-07)**

**MURO 2**

**PARÁMETROS SÍSMICOS**

**Datos generales**

Emplazamiento	Camas (Sevilla)
Aceleración básica (ab/g)	0.07
Factor de importancia $\gamma_1$	1.00 Normal
Coefficiente de suelo (C)	1.36
Coefficiente de contribución (K)	1.20

**Datos para sismo último**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	5
Factor comportamiento por ductilidad (q)	1.0
Período de Retorno (PR)	500 años

**Datos para sismo frecuente**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	3
Período de Retorno (PR)	100 años

**Cálculos intermedios**

	Sismo Último	Sismo Frecuente
TA (s)	0.164	0.082
TB (s)	0.654	0.327
TC (s)	4.036	2.018
Factor de importancia ( $\gamma_1$ )	1.000	1.000
Factor modificador ( $\gamma_2$ )	1.000	0.525
Coefficiente de riesgo ( $\rho$ )	1.000	0.525
$\rho \cdot ab$ (m/s <sup>2</sup> )	0.687	0.361
Coefficiente de amplif. terreno (S)	1.090	1.090
Factor corrector del amort. (v)	1.000	1.227
Aceleración de cálculo <b>ac</b> (m/s <sup>2</sup> )	0.749	0.393
ac/g	0.076	0.040

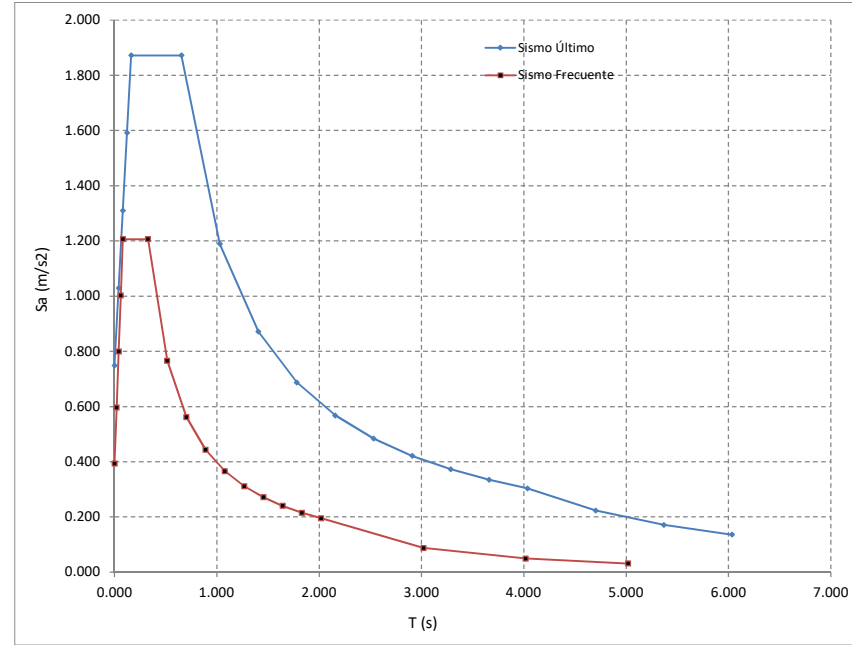
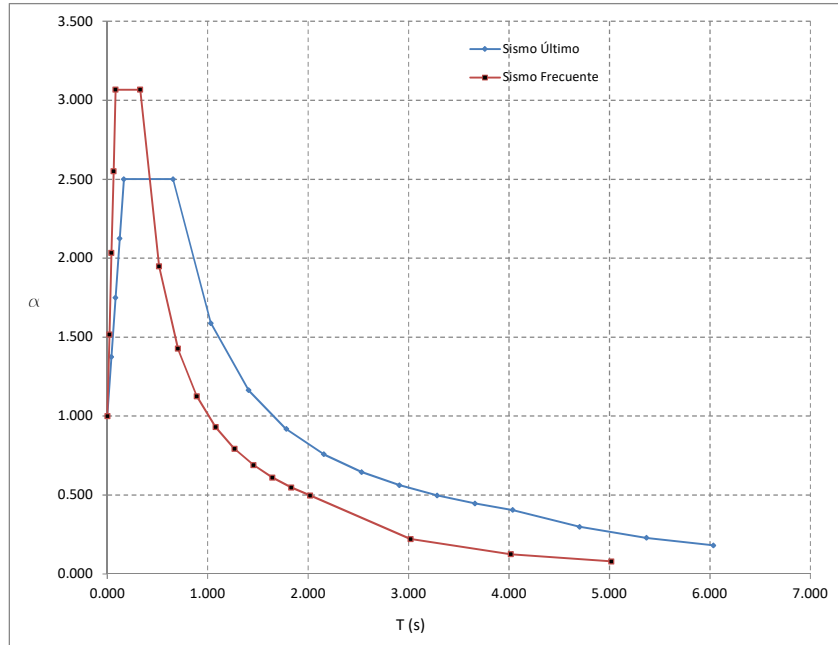
TA, TB, TC: Valores del periodo de delimitan el espectro.

Sa: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones correspondiente al sismo frecuente.

Sa,r: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones reducido correspondiente al sismo último.

**Valores del espectro de respuesta elástica**

	Sismo Último			Sismo Frecuente			
	T (s)	$\alpha, r$	Sa,r (m/s <sup>2</sup> )	T (s)	$\alpha$	Sa (m/s <sup>2</sup> )	
TA	0.000	1.000	0.749	0.000	1.000	0.393	
	0.041	1.375	1.030	0.020	1.517	0.597	
	0.082	1.750	1.310	0.041	2.033	0.800	
	0.123	2.125	1.591	0.061	2.550	1.003	
	<b>0.164</b>	2.500	1.872	<b>0.082</b>	3.067	1.206	
	<b>0.654</b>	2.500	1.872	<b>0.327</b>	3.067	1.206	
	1.030	1.588	1.189	0.515	1.948	0.766	
	1.406	1.164	0.871	0.703	1.427	0.561	
	1.781	0.918	0.688	0.891	1.126	0.443	
	2.157	0.758	0.568	1.079	0.930	0.366	
TB	2.533	0.646	0.484	1.266	0.792	0.312	
	2.908	0.562	0.421	1.454	0.690	0.271	
	3.284	0.498	0.373	1.642	0.611	0.240	
	3.660	0.447	0.335	1.830	0.548	0.216	
	<b>4.036</b>	0.405	0.303	<b>2.018</b>	0.497	0.196	
	4.702	0.299	0.224	3.018	0.222	0.087	
	5.369	0.229	0.171	4.018	0.125	0.049	
	6.036	0.181	0.136	5.018	0.080	0.032	
	TC						



**ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA (NCSP-07)**

**MURO 3**

**PARÁMETROS SÍSMICOS**

**Datos generales**

Emplazamiento	Camas (Sevilla)
Aceleración básica (ab/g)	0.07
Factor de importancia $\gamma_1$	1.00 Normal
Coefficiente de suelo (C)	1.65
Coefficiente de contribución (K)	1.20

**Datos para sismo último**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	5
Factor comportamiento por ductilidad (q)	1.0
Período de Retorno (PR)	500 años

**Datos para sismo frecuente**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	3
Período de Retorno (PR)	100 años

**Cálculos intermedios**

	Sismo Último	Sismo Frecuente
TA (s)	0.198	0.099
TB (s)	0.790	0.395
TC (s)	4.375	2.188
Factor de importancia ( $\gamma_1$ )	1.000	1.000
Factor modificador ( $\gamma_2$ )	1.000	0.525
Coefficiente de riesgo ( $\rho$ )	1.000	0.525
$\rho \cdot ab$ (m/s <sup>2</sup> )	0.687	0.361
Coefficiente de amplif. terreno (S)	1.317	1.317
Factor corrector del amort. (v)	1.000	1.227
Aceleración de cálculo <b>ac</b> (m/s <sup>2</sup> )	0.904	0.475
ac/g	0.092	0.048

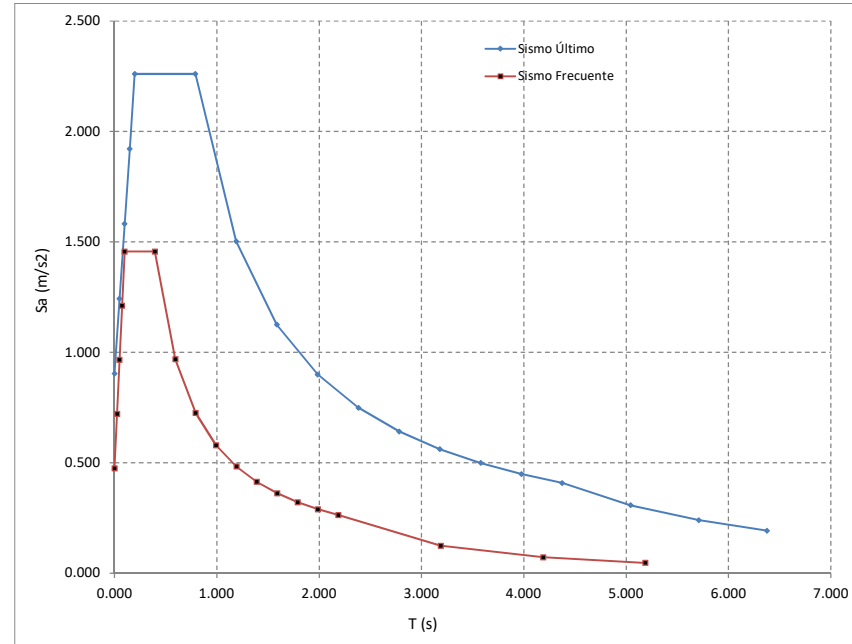
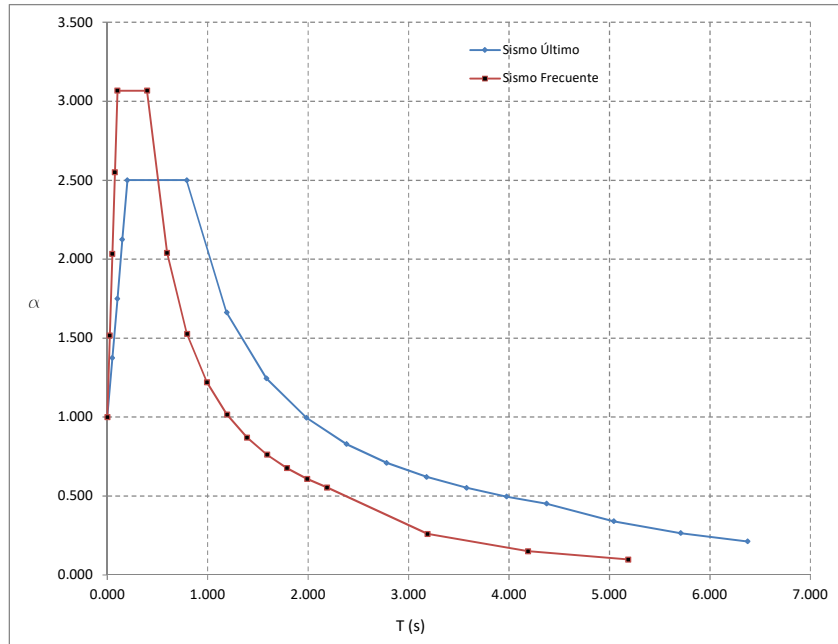
TA, TB, TC: Valores del periodo de delimitan el espectro.

Sa: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones correspondiente al sismo frecuente.

Sa,r: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones reducido correspondiente al sismo último.

**Valores del espectro de respuesta elástica**

	Sismo Último			Sismo Frecuente			
	T (s)	$\alpha, r$	Sa,r (m/s <sup>2</sup> )	T (s)	$\alpha$	Sa (m/s <sup>2</sup> )	
TA	0.000	1.000	0.904	0.000	1.000	0.475	
	0.049	1.375	1.243	0.025	1.517	0.720	
	0.099	1.750	1.582	0.049	2.033	0.966	
	0.148	2.125	1.922	0.074	2.550	1.211	
	<b>0.198</b>	2.500	2.261	<b>0.099</b>	3.067	1.457	
	TB	<b>0.790</b>	2.500	2.261	<b>0.395</b>	3.067	1.457
		1.188	1.662	1.503	0.594	2.039	0.968
		1.587	1.245	1.126	0.793	1.527	0.725
		1.985	0.995	0.900	0.993	1.221	0.580
		2.383	0.829	0.749	1.192	1.017	0.483
2.782		0.710	0.642	1.391	0.871	0.414	
3.180		0.621	0.562	1.590	0.762	0.362	
3.579		0.552	0.499	1.789	0.677	0.322	
3.977		0.497	0.449	1.988	0.609	0.289	
<b>4.375</b>		0.451	0.408	<b>2.188</b>	0.554	0.263	
TC	5.042	0.340	0.307	3.188	0.261	0.124	
	5.709	0.265	0.240	4.188	0.151	0.072	
	6.375	0.213	0.192	5.188	0.098	0.047	



**ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA (NCSP-07)**

**MURO 4**

**PARÁMETROS SÍSMICOS**

**Datos generales**

Emplazamiento	Camas (Sevilla)
Aceleración básica (ab/g)	0.07
Factor de importancia $\gamma_1$	1.00 Normal
Coefficiente de suelo (C)	1.71
Coefficiente de contribución (K)	1.20

**Datos para sismo último**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	5
Factor comportamiento por ductilidad (q)	1.0
Período de Retorno (PR)	500 años

**Datos para sismo frecuente**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	3
Período de Retorno (PR)	100 años

**Cálculos intermedios**

	Sismo Último	Sismo Frecuente
TA (s)	0.205	0.103
TB (s)	0.821	0.410
TC (s)	4.452	2.226
Factor de importancia ( $\gamma_1$ )	1.000	1.000
Factor modificador ( $\gamma_2$ )	1.000	0.525
Coefficiente de riesgo ( $\rho$ )	1.000	0.525
$\rho \cdot ab$ (m/s <sup>2</sup> )	0.687	0.361
Coefficiente de amplif. terreno (S)	1.368	1.368
Factor corrector del amort. (v)	1.000	1.227
Aceleración de cálculo <b>ac</b> (m/s <sup>2</sup> )	0.939	0.493
ac/g	0.096	0.050

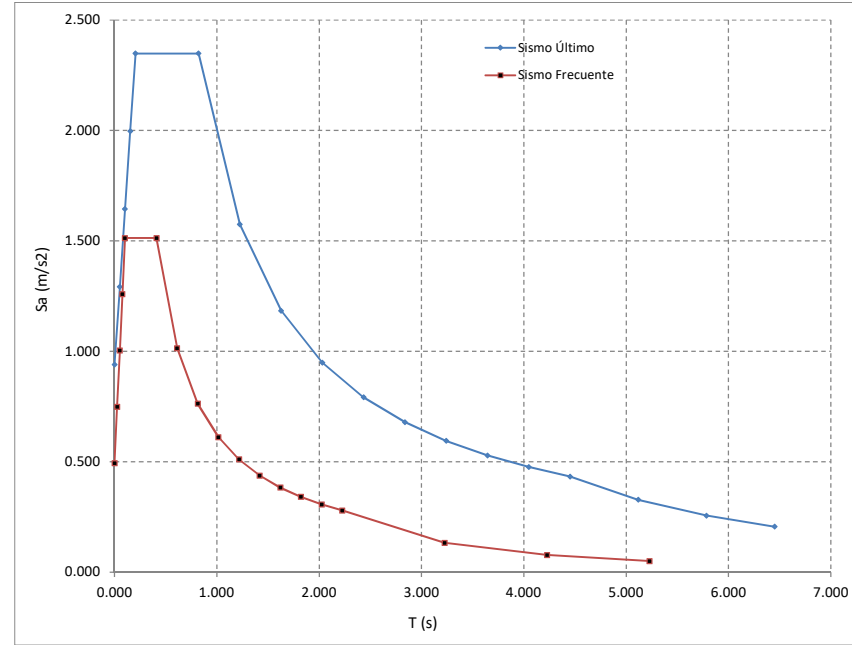
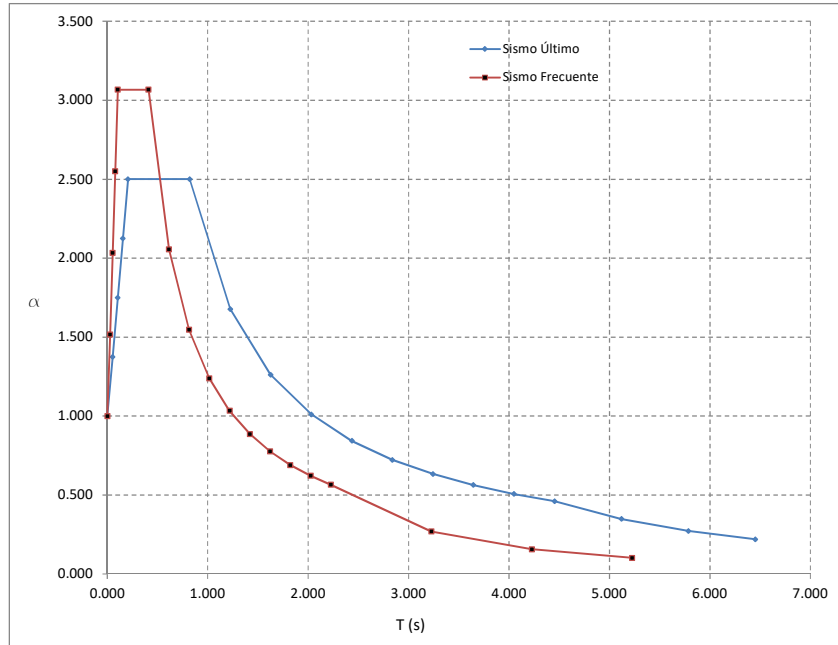
TA, TB, TC: Valores del período de delimitan el espectro.

Sa: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones correspondiente al sismo frecuente.

Sa,r: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones reducido correspondiente al sismo último.

**Valores del espectro de respuesta elástica**

	Sismo Último			Sismo Frecuente			
	T (s)	$\alpha, r$	Sa,r (m/s <sup>2</sup> )	T (s)	$\alpha$	Sa (m/s <sup>2</sup> )	
TA	0.000	1.000	0.939	0.000	1.000	0.493	
	0.051	1.375	1.292	0.026	1.517	0.748	
	0.103	1.750	1.644	0.051	2.033	1.003	
	0.154	2.125	1.996	0.077	2.550	1.258	
	<b>0.205</b>	2.500	2.349	<b>0.103</b>	3.067	1.513	
	TB	<b>0.821</b>	2.500	2.349	<b>0.410</b>	3.067	1.513
		1.224	1.676	1.575	0.612	2.056	1.015
		1.628	1.261	1.184	0.814	1.546	0.763
		2.031	1.010	0.949	1.016	1.239	0.612
		2.435	0.843	0.792	1.217	1.034	0.510
2.838		0.723	0.679	1.419	0.887	0.438	
3.242		0.633	0.595	1.621	0.777	0.383	
3.645		0.563	0.529	1.823	0.691	0.341	
4.049		0.507	0.476	2.024	0.622	0.307	
<b>4.452</b>		0.461	0.433	<b>2.226</b>	0.565	0.279	
TC	5.119	0.349	0.328	3.226	0.269	0.133	
	5.785	0.273	0.256	4.226	0.157	0.077	
	6.452	0.219	0.206	5.226	0.103	0.051	



**ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA (NCSP-07)**

**MURO 5**

**PARÁMETROS SÍSMICOS**

**Datos generales**

Emplazamiento	Camas (Sevilla)
Aceleración básica (ab/g)	0.07
Factor de importancia $\gamma_1$	1.00 Normal
Coefficiente de suelo (C)	1.65
Coefficiente de contribución (K)	1.20

**Datos para sismo último**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	5
Factor comportamiento por ductilidad (q)	1.0
Período de Retorno (PR)	500 años

**Datos para sismo frecuente**

Relación de Amortiguamiento ( $\xi$ )	3
Período de Retorno (PR)	100 años

**Cálculos intermedios**

	Sismo Último	Sismo Frecuente
TA (s)	0.198	0.099
TB (s)	0.790	0.395
TC (s)	4.375	2.188
Factor de importancia ( $\gamma_1$ )	1.000	1.000
Factor modificador ( $\gamma_2$ )	1.000	0.525
Coefficiente de riesgo ( $\rho$ )	1.000	0.525
$\rho \cdot ab$ (m/s <sup>2</sup> )	0.687	0.361
Coefficiente de amplif. terreno (S)	1.317	1.317
Factor corrector del amort. (v)	1.000	1.227
Aceleración de cálculo <b>ac</b> (m/s <sup>2</sup> )	0.904	0.475
ac/g	0.092	0.048

TA, TB, TC: Valores del periodo de delimitan el espectro.

Sa: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones correspondiente al sismo frecuente.

Sa,r: Espectro de respuesta elástica de aceleraciones reducido correspondiente al sismo último.

**Valores del espectro de respuesta elástica**

	Sismo Último			Sismo Frecuente			
	T (s)	$\alpha, r$	Sa,r (m/s <sup>2</sup> )	T (s)	$\alpha$	Sa (m/s <sup>2</sup> )	
TA	0.000	1.000	0.904	0.000	1.000	0.475	
	0.049	1.375	1.243	0.025	1.517	0.720	
	0.099	1.750	1.582	0.049	2.033	0.966	
	0.148	2.125	1.922	0.074	2.550	1.211	
	<b>0.198</b>	2.500	2.261	<b>0.099</b>	3.067	1.457	
	TB	<b>0.790</b>	2.500	2.261	<b>0.395</b>	3.067	1.457
		1.188	1.662	1.503	0.594	2.039	0.968
		1.587	1.245	1.126	0.793	1.527	0.725
		1.985	0.995	0.900	0.993	1.221	0.580
		2.383	0.829	0.749	1.192	1.017	0.483
2.782		0.710	0.642	1.391	0.871	0.414	
3.180		0.621	0.562	1.590	0.762	0.362	
3.579		0.552	0.499	1.789	0.677	0.322	
3.977		0.497	0.449	1.988	0.609	0.289	
<b>4.375</b>		0.451	0.408	<b>2.188</b>	0.554	0.263	
TC	5.042	0.340	0.307	3.188	0.261	0.124	
	5.709	0.265	0.240	4.188	0.151	0.072	
	6.375	0.213	0.192	5.188	0.098	0.047	

