

**3 CAPÍTULO****ACCIONES**

---

**ÍNDICE**

<b>3</b>	<b>CAPÍTULO: ACCIONES .....</b>	<b>20</b>
3.1	INTRODUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	20
3.2	VALORES CARACTERÍSTICOS.....	21
3.3	VALORES REPRESENTATIVOS.....	21
3.4	VALORES DE CÁLCULO .....	22
3.5	COMBINACIÓN DE LAS ACCIONES.....	23
3.5.1	<i>Combinación para Estados Límite Últimos.....</i>	<i>23</i>
3.5.2	<i>Combinación para Estados Límite de Servicio.....</i>	<i>24</i>

## 3 CAPÍTULO: ACCIONES

### 3.1 INTRODUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Para el diseño de una estructura es necesario establecer las acciones que actúan sobre la misma y cuantificarlas de manera segura. No obstante, ya sea por el carácter aleatorio de las mismas, por las incertidumbres de las fuentes, por las tolerancias de las medidas y demás, es difícil cuantificar exactamente sus valores. Por ello, las instrucciones suelen fijar valores característicos determinados bien por su valores medios, nominales o hallado de forma probabilística. Estos valores de base luego son afectados por unos coeficientes parciales de seguridad para situar y diseñar la estructura bajo condiciones más severas y disponer de un margen de seguridad. Por último, hay que contemplar todas las posibles situaciones a las que se puede ver expuesta la estructura por medio de las combinaciones adecuada de estas acciones. Todo estos pasos se irá detallando seguidamente.

Es importante en este apartado clasificar los tipos de acciones:

- a) La clasificación más importante y útil, desde el punto de vista de cálculo, puede ser hecha en base a su variabilidad en el tiempo. Así se puede distinguir entre:
  - Acciones permanentes (G): Son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Su magnitud puede ser constante (como el peso propio de los elementos constructivos o las acciones y empujes del terreno) o no (como las acciones reológicas), pero con variación despreciable o tendiendo monótonamente hasta un valor límite.
  - Acciones variables (Q): Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al uso o las acciones climáticas
  - Acciones accidentales (A): Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia, como sismo, incendio, impacto o explosión.
- b) Otras posibles clasificaciones puede ser hechas debido a:
  - Su naturaleza: directas o indirectas
  - Su variación espacial: fijas o libres
  - La respuesta estructural: Estáticas o dinámicas

Mencionar en este apartado que el código ACI procede de manera totalmente similar. Es decir, diferencia de igual manera entre carga permanente debido al peso de la estructura o elementos que gravitan sobre ella (permanent load, entre las que destacamos Dead load, Fluid pressure...) y variable (nonpermanent Load entre las que se encuentra Live load y Wind load). Además, para cada tipo de comprobación (strength o service) define unos factores de carga para después combinarlas adecuadamente. Por lo tanto, en esencia la forma de proceder del código ACI es en básicamente igual a la contemplada en la EHE, donde dichos factores de carga son, como cabe de esperar, ligeramente diferentes.

## 3.2 VALORES CARACTERÍSTICOS

Corresponde con el valor base o de partida que se le asigna a dicha acción. Puede ser determinado por un valor medio, un valor nominal o, en casos que se fije mediante criterios estadísticos, por un valor de no ser superado durante un periodo de referencia que tiene en cuenta la vida útil de la estructura y duración de la acción. Mencionar que estos valores son determinados o bosquejados por la instrucción correspondiente (CTE).

$F_k$

- Como valor característico para las acciones permanentes se suele coger su valor medio. En los casos en los que la variabilidad de una acción permanente pueda ser importante (con un coeficiente de variación superior entre 0,05 y 0,1, dependiendo de las características de la estructura), o cuando la respuesta estructural sea muy sensible a la variación de de la misma, se considerarán dos valores característicos: un valor característico superior, correspondiente al fractil del 95% y un valor característico inferior, correspondiente al fractil 5%, suponiendo una distribución estadística normal.
- Mientras que para las acciones variables se adoptan normalmente algunos de los siguientes valores:
  - a) Un valor superior o inferior con una determinada probabilidad de no ser superado en un periodo de referencia.
  - b) Un valor nominal en los casos de no conocer la distribución estadística que lo define.
- Para las acciones accidentales se toma por un valor nominal, siendo éste normalmente el valor de cálculo.
- En el caso de las acciones climáticas, los valores característicos están basados en una probabilidad anual de ser superado de 0,02, lo que corresponde a un periodo de retorno de 50 años.

## 3.3 VALORES REPRESENTATIVOS

El valor representativo de una acción es el que se utiliza para la comprobación de los Estados Límites. Se obtiene multiplicando el valor característico de la acción variable ( $Q_k$ ) por un coeficiente ( $\psi_i$ ) siendo éste dependiente del tipo de acción y la situación.

$\psi_i Q_k$

Se puede distinguir tres tipos:

- Valor de combinación ( $\psi_0 Q_k$ ): Representa la intensidad de la acción variable en caso de que, en un determinado periodo de referencia, actúe simultáneamente con otra acción variable, estadísticamente, cuya intensidad sea extrema.
- Valor frecuente ( $\psi_1 Q_k$ ): Es el valor de la acción que solo es sobrepasada en periodos de corta duración (1 % del tiempo de referencia)
- Valor cuasipermanente ( $\psi_2 Q_k$ ): Es el valor de la acción que es sobrepasado durante gran parte de la vida útil de la estructura (50% del tiempo de referencia).

Véanse los posibles valores en la tabla siguiente:

		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga de uso	Zonas residenciales	0.7	0.5	0.3
	Zonas administrativas	0.7	0.5	0.3
	Zonas destinadas al público	0.7	0.7	0.6
	Zonas comerciales	0.7	0.7	0.6
	Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros	0.7	0.7	0.6
	Cubiertas transitables	*	*	*
	Cubiertas accesibles solo para mantenimiento	0	0	0
Nieve	Altura superior a 1000m	0.7	0.5	0.2
	Altura inferior a 1000m	0.5	0.2	0
Viento		0.6	0.5	0
Temperatura		0.6	0.5	0
Acciones variables del terreno		0.7	0.7	0.7

\*En cubiertas transitables se adoptarán los valores correspondientes al uso al que se accede.

### 3.4 VALORES DE CÁLCULO

Es el valor utilizado para el diseño de la estructura. Es decir, es el valor representativo multiplicado por el factor de seguridad parcial ( $\gamma_F$ ) que depende del tipo de acción y comprobación. Recordar que este coeficiente de seguridad no tiene en cuenta los posibles errores groseros humanos sino trata el diseño de la estructura de una forma segura y por tanto con una determinada fiabilidad frente al fallo.

$$F_d = \gamma_i \psi_i F_k \tag{3.1}$$

- Para la evaluación de los Estados Límites Últimos se define la tabla siguiente de coeficientes parciales de seguridad

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto Favorable	Efecto desfavorable	Efecto Favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1.35$	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Permanente de valor no cte.	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1.5$	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$
Accidental	--	--	$\gamma_A = 1$	$\gamma_A = 1$

Estos coeficientes se corregirán dependiendo del tipo de control de manera indicada en la tabla siguiente.

TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	$\gamma_G = 1.35$	$\gamma_G = 1.5$	$\gamma_G = 1.6$
Permte. no cte.	$\gamma_{G^*} = 1.5$	$\gamma_{G^*} = 1.6$	$\gamma_{G^*} = 1.8$
Variable	$\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_Q = 1.6$	$\gamma_Q = 1.8$

- Mientras que para la evaluación de los Estados Límites de Servicio se define la tabla siguiente.

TIPO DE ACCIÓN	Efecto Favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Permte. no cte.	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$

### 3.5 COMBINACIÓN DE LAS ACCIONES

Normalmente todas estas acciones no actúan aisladamente en la estructura, sino más bien simultáneamente. Por ello, para cada una de las comprobaciones, hay que definir la forma de combinarlas adecuadamente de manera que se recojan todas las posibles situaciones.

En general, cada combinación estará formada por las acciones permanentes más una acción variable determinante y las demás acciones variables concomitantes. Cualquiera de las acciones variables puede ser considerada como determinante.

#### 3.5.1 Combinación para Estados Límite Últimos

Cada combinación de acciones es diferente según la situación de la estructura:

- Situaciones permanentes o transitoria:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3.2)$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3.3)$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3.4)$$

Donde:

$G_{k,j}$  = Valor característicos de las acciones permanentes.

- $G^*_{k,j}$  = Valor característicos de las acciones permanentes de valor no constante.  
 $Q_{k,1}$  = Valor característico de la acción variable determinante.  
 $\Psi_{0,i} Q_{k,i}$  = Valor representativo de la combinación de acciones variables concomitantes.  
 $\Psi_{0,1} Q_{k,1}$  = Valor representativo frecuente de la acción variable determinante.  
 $\Psi_{2,i} Q_{k,i}$  = Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental.  
 $A_k$  = Valor característico de la acción accidental.  
 $A_{E,k}$  = Valor característico de la acción sísmica.

En situaciones permanentes o transitorias, cuando la acción determinantes  $Q_{k,1}$  no sea obvia, se contemplarán distintas posibilidades de acciones variables como determinantes.

### 3.5.2 Combinación para Estados Límite de Servicio

Para la comprobación de ELS sólo se considerarán las situaciones de proyecto permanentes y transitorias de acuerdo con los siguientes criterios:

- Combinación poco probable:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3.5)$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3.6)$$

- Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3.7)$$