

4 CAPÍTULO**MATERIALES Y GEOMETRÍA**

ÍNDICE

4	CAPÍTULO: MATERIALES Y GEOMETRÍA	26
4.1	INTRODUCCIÓN.....	26
4.2	MATERIALES	26
4.2.1	<i>Valores característicos</i>	<i>26</i>
4.2.2	<i>Valores de cálculo</i>	<i>26</i>
4.2.3	<i>Coeficientes parciales de seguridad</i>	<i>26</i>
4.3	GEOMETRÍA.....	28
4.3.1	<i>Valores característicos y de cálculo</i>	<i>28</i>
4.3.2	<i>Imperfecciones</i>	<i>28</i>

4 CAPÍTULO: MATERIALES Y GEOMETRÍA

4.1 INTRODUCCIÓN

Como se ha explicado en los criterios de cálculo, debido a la aleatoriedad de las variables que definen tanto las acciones, y por tanto sus efectos sobre la estructura, así como la resistencia de la misma, es necesario cuantificar estas variables de un modo probabilístico. De esta manera, podemos controlar la fiabilidad frente al fallo de la estructura (o lo que es lo mismo, asegurar el correcto funcionamiento de la misma) por medio de unos factores de seguridad. En el capítulo anterior se ha tratado de definir todo lo referente a las acciones, distinguiendo así entre valores característicos y de cálculo en las que ya se incorpora este factor de seguridad. Ahora falta proceder de manera análoga con las propiedades de los materiales y por tanto cuantificarlos de manera fiable.

4.2 MATERIALES

4.2.1 Valores característicos

Los valores característicos de la resistencia de los materiales (resistencia a compresión del hormigón y resistencia a tracción de los refuerzos) son los cuantiles correspondientes a una probabilidad de 0,05. En relación con la resistencia a tracción del hormigón, se utilizan dos valores característicos, uno superior y otro inferior, siendo el primero el cuantil asociado a una probabilidad de 0,95 y el segundo cuantil asociado a una probabilidad de 0,05. Estos valores característicos deben adoptarse alternativamente dependiendo de su influencia en el problema tratado.

R_k

4.2.2 Valores de cálculo

Los valores de cálculo de las propiedades de los materiales se obtienen de los valores característicos reduciéndolos por un factor de seguridad parcial. Para el caso de los refuerzos internos de material compuesto es necesario contemplar otro factor reductor debido al ambiente.

$$R_d = R_k / \gamma_m \quad (4.1)$$

4.2.3 Coeficientes parciales de seguridad

Este coeficiente representa un factor de seguridad para el estudio de los Estados Límites Últimos, siendo la razón de su existencia la incertidumbre de las propiedades de los materiales. No obstante, en su definición también influye el modo de fallo al que se prefiere diseñar. Esto es, en elementos reforzados con acero, debido al comportamiento dúctil que presenta este último, se prefiere el diseño por agotamiento

de las armaduras antes que el fallo por compresión del hormigón. De esta manera, si se llega a la prestación máxima del elemento, se produce el fallo de una forma diferida y no repentina. Por ello, los valores reductores en el acero son menos severos que en el hormigón que promueven una mayor reserva de resistencia en este último (acero: 1.15; hormigón: 1.5). En el caso de los refuerzos de material compuesto, ocurre lo contrario, es decir, se prefiere diseñar por fallo del hormigón antes que el fallo del refuerzo. Este cambio de filosofía es debido al comportamiento lineal elástico hasta la rotura repentina que presenta el refuerzo siendo el colapso por fallo del hormigón algo menos súbito. No obstante, como se ve en la tabla siguiente, los coeficientes de minoración del refuerzo es menor que el del hormigón cuando, siguiendo con el mismo razonamiento, debería ser al contrario. Esto es porque adicionalmente se minorará aún más el refuerzo por un factor medioambiental de manera que la reducción total es la requerida.

FRP	GFRP	1.3
	AFRP	1.25
	CFRP	1.15
Hormigón		1.5

Sin embargo, en el código ACI el factor reductor de seguridad correspondiente a la respuesta estructural debido a la variabilidad de las propiedades de los materiales, no se aplica directamente sobre éste, sino sobre la respuesta global de la estructura. Es decir, en vez de reducir la resistencia de los materiales, reduce la capacidad portante del elemento, esto es, el cortante resistente nominal, la flexión resistente nominal, la torsión, etc. Además, este coeficiente no sólo depende del tipo de comportamiento sino también del elemento en cuestión siendo diferente así pues para los pilares (factor más restrictivo) o vigas. Entiende que el diseño del pilar es más crítico debido a que está dominado por la compresión y un fallo repentino del hormigón pondría en peligro el resto de la estructura. Mientras que en la viga usualmente la condición más restrictiva es la flecha, mostrando grandes elongaciones antes de llegar al fallo, y no la resistencia última. Siguiendo con la misma filosofía, entiende que cada comportamiento tiene una importancia determinada respecto a la seguridad de la estructura y, es más, comprende que es más crítico la rotura del refuerzo que el hormigón (en el caso del acero es al contrario). Experimentos llevados a cabo sobre elementos diseñados por fallo del refuerzo y del hormigón muestran que ambos fallos son bastante rápidos pero en el caso del hormigón se produce de una manera más progresiva y deseable. Por ello en el caso de flexión, el coeficiente varía dependiendo del tipo de diseño, siendo éste más restrictivo cuanto más nos acercamos al dominio 2 (Under reinforced) o lo que es lo mismo a la cuantía balanceada (área de refuerzo para la que se llega igualmente al límite tensional de la fibra más desfavorable tanto del hormigón como del refuerzo). Además, al aplicar el coeficiente en el término global de la resistencia también recoge otros tipos de incertidumbre como la dimensional o inexactitud de la ejecución en obra de dichos elementos.

$$R_{\text{cálculo}} = \phi \cdot R_{\text{nominal}} \quad (4.2)$$

Flexión	0.5 si $\rho_{fb} \geq \rho_f$ $\rho_f/(2\rho_{fb})$ si $\rho_{fb} < \rho_f < 1.4\rho_{fb}$ 0.7 si $\rho_f \geq 1.4\rho_{fb}$
Cortante	0.75
Torsión	0.75

4.3 GEOMETRÍA

4.3.1 Valores característicos y de cálculo

Se adoptaran como valores característicos y de cálculo de los datos geométricos los valores nominales definido en el proyecto.

$$a_d = a_k = a_{nom}. \quad (4.3)$$

En el caso en el que las imprecisiones relativas a la geometría tengan un efecto significativo en la seguridad estructural, se tomará como valor de cálculo:

$$a_d = a_{nom} + \Delta a \quad (4.4)$$

Donde Δa tiene en cuenta las posibles desviaciones desfavorables de los valores nominales.

4.3.2 Imperfecciones

En el caso en que el efecto de las imperfecciones geométricas sea significativo, estas se tendrán en cuenta para la evaluación del efecto de las acciones sobre la estructura.