

2 CAPÍTULO**BASES DE CÁLCULO**

ÍNDICE

2	CAPÍTULO: BASES DE CÁLCULO.....	14
2.1	CRITERIOS DE SEGURIDAD.....	14
2.2	SITUACIONES DEL PROYECTO.....	16
2.3	EL MÉTODO DE LOS ESTADOS LÍMITE.....	16
2.3.1	<i>Estados Límite</i>	16
2.3.2	<i>Estados Límite Últimos</i>	17
2.3.3	<i>Estados Límite de Servicio</i>	18
2.3.4	<i>Estado Límite de Durabilidad</i>	18

1 CAPÍTULO: BASES DE CÁLCULO

1.1 CRITERIOS DE SEGURIDAD

Una estructura debe ser diseñada y construida para poder soportar, con una seguridad adecuada, todas las posibles acciones actuantes durante la vida de diseño, así como durante la construcción de la misma y en situaciones excepcionales. No obstante, se plantea una serie de dificultades a la hora de contemplar y cuantificar las posibles acciones, propiedades de los materiales y geometría de los elementos. Esta dificultad reside en la aleatoriedad de dichas variables. Lo que conlleva a una incertidumbre sobre los efectos de estas acciones así como en la respuesta estructural. La solución adoptada se basa en el método de los Estados Límites, donde las variables son contempladas estadísticamente y debidamente ponderadas por un factor de seguridad parcial de tal manera que las solicitaciones de cálculo nunca superen la respuesta de la estructura. Con lo cual, la seguridad estructural es entendida como una probabilidad determinada por el método de los Estados Límites. O lo que es lo mismo, la seguridad de una estructura frente a una situación puede ser entendida como un índice de fiabilidad frente al fallo. Esto es:

$$\frac{R}{\gamma_R} \geq S \cdot \gamma_S \quad (2.1)$$

Donde R y S hacen referencia a la resistencia y solicitación de la estructura respectivamente, siendo γ_i los coeficientes de seguridad parcial.

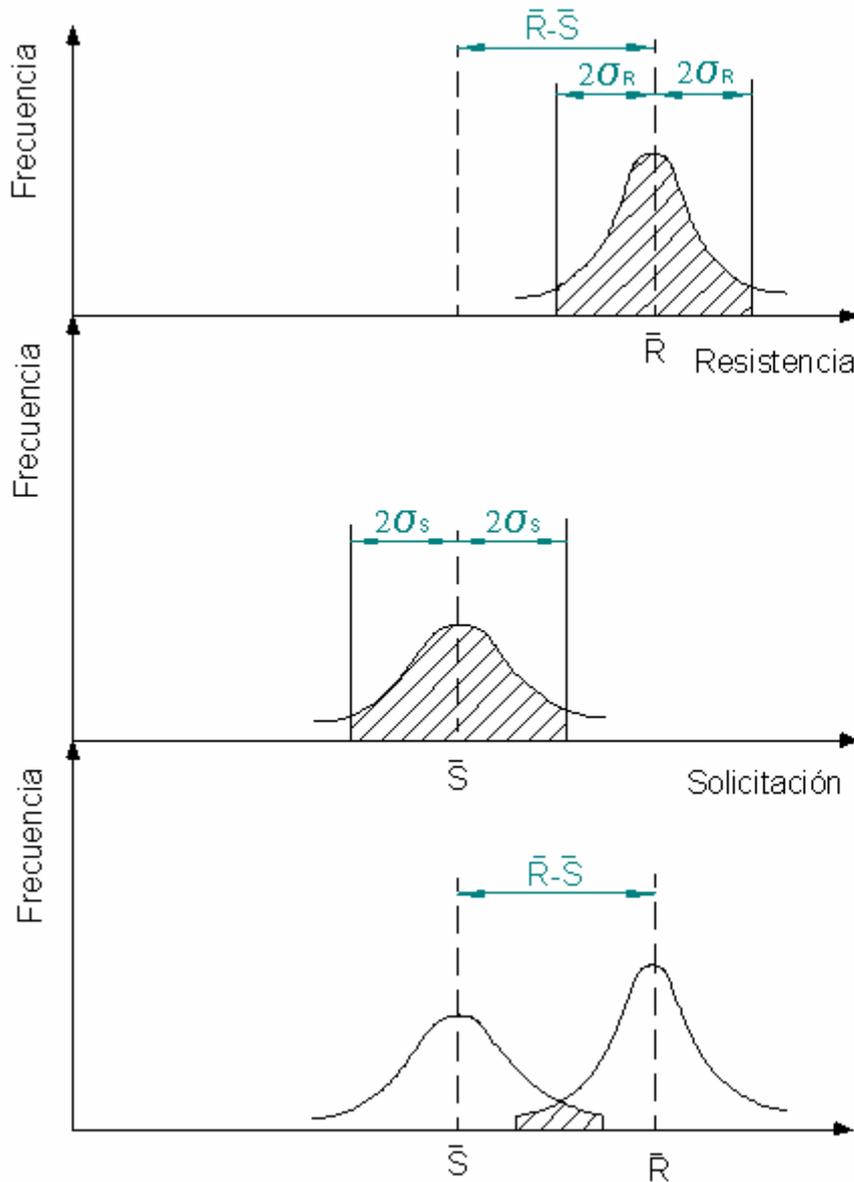


Fig. 2.1: Criterio de seguridad

Aceptando que tanto los efectos de las acciones como la resistencia pueden ser entendidas como distribuciones estadística (Normal(μ, σ)), tenemos que la probabilidad de fallo viene determinada por la intersección de dichas curvas tal y como se aprecia en la figura anterior. Si cogemos como índice de seguridad β (siendo

$$\beta = \frac{\bar{R} - \bar{S}}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}},$$

hay dos formas de actuar sobre dicha probabilidad, una alejando las medias y otra reduciendo las desviaciones típicas. La primera afecta a la separación nominal mediante factores de seguridad, mientras que la segunda depende de factores tecnológicos. Tanto la una como la otra conllevan implicaciones económicas, no obstante la modificación de la última es más difícil y cara. Por tanto el criterio de seguridad escogido (Método de los Estados Límites) debe de ser capaz de asumir el riesgo de fallo teniendo en cuenta sus implicaciones económicas. Si planteamos el índice de seguridad frente al fallo tenemos la figura siguiente donde la mayoría de los criterios de seguridad, y por supuestos los concernientes a la norma

ACI y EHE, se entabla entre los límites 2-4.

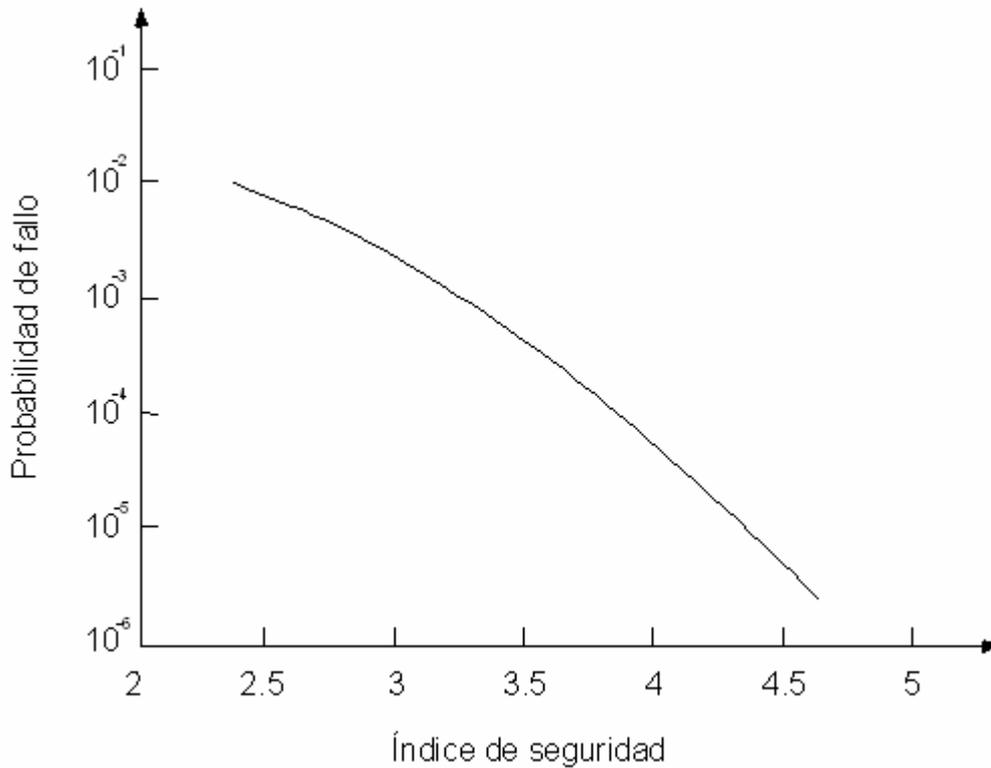


Fig. 2.2: Índice de seguridad.

1.2 SITUACIONES DEL PROYECTO

Como se ha mencionado anteriormente, la estructura debe de ser capaz de soportar todas las posibles acciones durante las diferentes situaciones que pueden presentarse durante la vida útil. Estas situaciones son:

- Situaciones persistentes: Corresponde a las situaciones normal de uso de la estructura
- Situaciones transitorias: Son aquellas que se producen durante la construcción o reparación de la estructura
- Situaciones accidentales: Corresponde a situaciones excepcionales aplicadas sobre la estructura.

1.3 EL MÉTODO DE LOS ESTADOS LÍMITE

1.3.1 Estados Límite

Se entiende por Estados Límites como todas aquellas situaciones de la estructura en las que, de ser sobrepasadas, colapsa o deja de cumplir con algunas de las funciones para la que ha sido diseñada. Se pueden distinguir los siguientes tipos de Estados Límites:

- Estado Límite Último
- Estado Límite de Servicio
- Estado Límite de Durabilidad

Por lo tanto una estructura es segura si, bajo cualquier situación antes mencionada, los Estados Límites nunca son superados. Para esta comprobación es necesario primeramente definir las acciones de cálculo actuante. Una vez definidas, es necesario combinarlas adecuadamente para poder analizar los posibles efectos sobre la estructura. Y Por último, teniendo en cuenta los valores de cálculo de las propiedades de los materiales así como geometría de los elementos, deducir la respuesta de tal manera que no sea superada por las acciones aplicadas. Todos estos pasos son tratados adecuadamente en los capítulos posteriores.

Como se ha explicado en los objetivos del proyecto, se tiene muy en cuenta la filosofía de adaptación del código ACI al armado mediante barras de FRP. En base a ésta se pretende hacer lo mismo con la EHE. Por ello, es requisito indispensable entender la norma ACI y apreciar sus diferencias y semejanzas. En este apartado cabe decir que la norma Americana también se basa en los estados Límites con algunas discrepancias, como por ejemplo en los coeficientes de seguridad, que obviamente son sensiblemente diferentes respecto a los de la EHE. En adelante, en cada uno de los apartados correspondientes, se irán haciendo los incisos oportunos para explicar las diferencias más relevantes.

1.3.2 Estados Límite Últimos

Se denomina estados Límites Últimos como todas aquellas situaciones que producen el fallo de la estructura por, perdida de equilibrio de la misma, colapso de la estructura o parte de ella. Para ello se debe plantear las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de rotura de una sección o elemento:

$$R_d \geq S_d \quad (2.2)$$

Donde:

R_d = Valor de cálculo de la respuesta de la estructura

S_d = Valor de cálculo de los efectos de las acciones

- Comprobación de equilibrio:

$$E_{d,estab} \geq E_{d,desestab} \quad (2.3)$$

Donde:

$E_{d,estab}$ = Valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

$E_{d,desestab}$ = Valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

- Comprobación de fatiga que esta relacionado con el daño que puede sufrir una estructura como consecuencia de la variabilidad de las acciones actuantes:

$$R_F \geq S_F \quad (2.4)$$

Donde:

R_F = Valor de cálculo de la resistencia a fatiga.

S_F = Valor de cálculo de los efectos de las acciones de fatiga

1.3.3 Estados Límite de Servicio

Se denomina Estados Límites de Servicio a todas aquellas situaciones que, en caso de ser sobrepasadas, se produce una pérdida de funcionalidad, de confort o algún daño estético. Para evitar ello hay que comprobar:

$$C_d \geq E_d \quad (2.5)$$

Donde:

C_d = Valor límite admisible del Estado Límite a comprobar (Deformaciones, figuración, vibración, etc.)

E_d = Valor de calculo del efecto de las acciones

1.3.4 Estado Límite de Durabilidad

Se entiende por Estado Límite de Durabilidad aquel, producido por una degradación física o química del hormigón, del refuerzo o del elemento debido al ambiente que lo rodeo, que impide el adecuado funcionamiento para el que fue diseñado. Para ello primeramente hay que estudiar el ambiente al que esta expuesto y comprobar que:

$$t_L \geq t_d \quad (2.6)$$

Donde:

t_L = Tiempo necesario para que el agente agresivo provoque una degradación significativa del elemento

t_d = Tiempo de diseño para el que fue proyectado el elemento.