



INTI
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Recomendación CIRSOC 105 y Comentarios



Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI

Superposición de Acciones (Combinación de Estados de Carga)

Julio 1982



INTI
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Recomendación CIRSOC 105 y Comentarios



Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI

Superposición de Acciones (Combinación de Estados de Carga)

Julio 1982

**APROBADO POR RESOLUCIONES DEL
MOySP N° 977/83 y 621/84
SSOP N°59/90 y SSOP N°3/91**



E-mail: cirsoc@mecon.gov.ar
 cirsoc@inti.gob.ar

Internet: www.inti.gob.ar/cirsoc

Primer Director Técnico († 1980): Ing. Luis María Machado

Directora Técnica: Inga. Marta S. Parmigiani

Coordinadora Área Acciones: Inga. Alicia M. Aragno

Área Estructuras de Hormigón: Ing. Daniel A. Ortega

Área Administración, Finanzas y Promoción: Mónica B. Krotz

Área Venta de Publicaciones: Néstor D. Corti

© 1996

Editado por INTI

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

Av. Leandro N. Alem 1067 – 7° piso – Buenos Aires. Tel. 4515-5000

**Queda hecho el depósito que fija la ley 11.723. Todos los derechos, reservados.
Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización escrita del editor.**

Impreso en la Argentina.

Printed in Argentina.



ORGANISMOS PROMOTORES

Ministerio de Obras y Servicios Públicos
Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires
Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda
Empresa Obras Sanitarias de la Nación
Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires
Comisión Nacional de Energía Atómica
Empresa del Estado Agua y Energía Eléctrica
Dirección Nacional de Vialidad
HIDRONOR SA

MIEMBRO ADHERENTE

Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas

ASESORES QUE INTERVINIERON EN LA REDACCIÓN DEL REGLAMENTO CIRSOC 105

Coordinador: Ing. Hilario Fernández Long

Asesor : Ing. Arturo J Bignoli

– INDICE –

CAPITULO 1	GENERALIDADES	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	CAMPO DE VALIDEZ	1
CAPITULO 2	CLASIFICACION DE LAS ACCIONES	3
2.1.	DEFINICIONES	3
2.1.1.	Acción	3
2.2.	CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES	3
2.2.1.	Acciones permanentes	3
2.2.2.	Acciones variables	3
2.2.3.	Acciones accidentales	4
CAPITULO 3	VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES	5
3.1.	VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES	5
3.2.	VALORES CARACTERÍSTICOS	5
3.3.	VALORES DE UTILIZACIÓN (O DE SERVICIO)	5
3.4.	VALORES DE COMBINACIÓN	5
3.5.	VALORES FRECUENTES	6
3.6.	VALORES CASI PERMANENTES	6
ANEXOS AL CAPITULO 3		9
	Obtención aproximada de los valores ψ_{ji} y su relación con los γ_i parciales	9
CAPITULO 4	SUPERPOSICIÓN DE ACCIONES	17
4.1.	DEFINICIONES	17
4.1.1.	Estados límite	17
4.1.2.	Estados límite últimos	17
4.1.3.	Estados límite de utilización o de servicio	17
4.2.	SUPERPOSICIÓN DE ACCIONES	17
4.2.1.	Acciones permanentes	17
4.2.2.	Acciones variables	18
4.2.3.	Acciones accidentales	18

II

4.3.	ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS	18
4.3.1.	Combinación fundamental	18
4.3.2.	Combinación accidental	18
4.4.	ESTADOS LÍMITE DE UTILIZACIÓN (O DE SERVICIO)	19
4.4.1.	Combinaciones poco frecuentes (para acciones de corta duración)	19
4.4.2.	Combinaciones frecuentes (para acciones de larga duración)	19
4.5.	COMBINACIONES INDICADAS EN LOS REGLAMENTOS PARTICULARES	20
	COMENTARIOS	23

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

En el proyecto de estructuras es necesario superponer diferentes acciones cuya probabilidad de producción es variable.

Para no caer en la regla del "caso más desfavorable entre todos los posibles", que es antieconómica por excesivamente conservadora, se dan algunas reglas prácticas de combinación basadas en una clasificación de las acciones y con el uso de coeficientes.

1.2. CAMPO DE VALIDEZ

Esta Recomendación se podrá aplicar en todos los proyectos de estructuras resistentes de cualquier material, en los que se considere necesario estudiar la posible superposición de acciones (combinación de estados de carga) con mayor detalle que el establecido en los reglamentos particulares.

CAPITULO 2. CLASIFICACION DE LAS ACCIONES

2.1. DEFINICIONES

2.1.1. Acción

Conjunto de fuerzas exteriores activas, concentradas o distribuidas (acciones directas) o deformaciones impuestas (acciones indirectas), aplicadas a una estructura. También se puede denominar "estado de carga".

2.2. CLASIFICACION DE LAS ACCIONES

Para definir sus valores representativos y para establecer sus reglas de superposición, según su variación en el tiempo, se considera que las acciones pueden ser:

2.2.1. Acciones permanentes

Acciones que tienen variaciones pequeñas (despreciables en relación a su valor medio) e infrecuentes, con tiempos de aplicación prolongados, tales como:

- acciones debidas al peso propio de la estructura
- acciones debidas al peso propio de toda sobreestructura prevista
- acciones de los suelos (excluidas las cargas móviles actuantes sobre ellos)
- fuerzas de tesado en estructuras pretensadas (pretesadas o postesadas)
- deformaciones impuestas por el proceso constructivo
- fuerzas resultantes de la retracción del hormigón o de las soldaduras
- acciones de los líquidos en general (en caso de presencia continuada)
- acciones resultantes de los asentamientos de apoyos (cedimientos de vínculo en general)

2.2.2. Acciones variables

Acciones que tienen elevada probabilidad de actuación, variaciones frecuentes y continuas no despreciables en relación a su valor medio, tales como:

- acciones debidas a la ocupación y al uso (cargas útiles o sobrecargas)
- acciones debidas al montaje
- acciones debidas a las cargas móviles y sus efectos
- acciones resultantes del viento
- acciones resultantes de la nieve
- acciones resultantes del hielo
- acciones debidas a los granos y materiales sueltos
- acciones debidas a las maquinarias y equipos, incluyendo, cuando sean significativas, sus acciones dinámicas

- acciones de los líquidos en general
- acciones debidas a variaciones de temperatura
- acciones debidas a sismos de ocurrencia frecuente (*)

2.2.3. Acciones accidentales

Acciones que tienen pequeña probabilidad de actuación pero con valor significativo, durante la vida útil de la construcción, cuya intensidad puede llegar a ser muy importante para algunas estructuras, tales como:

- acciones debidas al impacto de vehículos terrestres y aéreos
- acciones debidas a explosiones
- acciones debidas a movimientos del suelo
- acciones debidas a avalanchas de nieve o de piedras
- acciones debidas a tornados y sismos de ocurrencia excepcional (*)

(*) **Nota:** *El Reglamento INPRES-CIRSOC 103-1991 "Normas Argentinas para construcciones sismorresistentes. Parte I. Construcciones en general" hace referencia a un único sismo de diseño, que corresponde a los de ocurrencia excepcional o sea a los aquí clasificados entre las acciones accidentales. Los sismos de ocurrencia frecuente, clasificados entre las acciones variables, son aquellos de menor intensidad de la que resulta de aplicar, para cada zona sísmica, el Reglamento INPRES-CIRSOC 103-1991.*

Sólo se tomarán en cuenta cuando las fuerzas resultantes no son ni despreciables, ni tan importantes como para que no sea razonable tratar de proyectar estructuras que las soporten.

Cuando se debe dimensionar la estructura para soportar estas acciones, normalmente se fijan valores convencionales a las fuerzas que producen. En el caso de los sismos se adoptan fuerzas que producen en la estructura efectos equivalentes a los que originaría el movimiento del suelo.

CAPITULO 3. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

3.1. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

Estos valores corresponden a determinadas intensidades que pueden tomar debido a su variación en el tiempo. Estos valores representativos son los que se utilizarán en las distintas combinaciones.

3.2. VALORES CARACTERISTICOS

Los valores característicos F_k , son los que se deducen de registros estadísticos confiables, como aquellos que sólo superados por el **5%** de los valores registrados. Cuando no se tengan datos estadísticos suficientes se tomarán como valores característicos los valores nominales que aparecen en tablas consagradas por el uso práctico, o fijen los reglamentos particulares.

3.3. VALORES DE UTILIZACION (O DE SERVICIO)

Los valores de utilización (o de servicio) que generalmente coinciden con los del artículo anterior, pueden ser sustituidos por valores nominales estipulados por el usuario que debe comprometerse formalmente a no superarlos durante la vida útil de la estructura.

3.4. VALORES DE COMBINACION

Los valores de combinación F_{comb} , son los que tienen una intensidad menor (lo que generalmente va aparejado a un tiempo de actuación más prolongado) en forma tal que actuando juntamente con otra acción dan, para la combinación, una probabilidad de actuación de la misma magnitud que la correspondiente a la otra acción. Se usan para los estados últimos y se calculan afectando al valor característico con un coeficiente ψ_0 :

$$F_{comb} = \psi_0 \cdot F_k$$

siendo:

- F_{comb} el valor de combinación;
- ψ_0 un coeficiente que tiene en cuenta la probabilidad de producción simultánea, con determinada intensidad, de las acciones variables;
- F_k el valor característico.

Los valores de ψ_0 , siempre menores que la unidad, se indican en la Tabla 1 para diferentes tipos de acciones.

3.5. VALORES FRECUENTES

Los valores frecuentes F_{frec} para cada tipo de acción, son los que actúan en las combinaciones que se consideran al verificarse estados de servicio (tienen intensidad menor que F_K , tiempo de actuación más prolongado y mayor frecuencia). Se calculan afectando al valor característico con un coeficiente ψ_1 :

$$F_{frec} = \psi_1 \cdot F_K$$

siendo:

- F_{frec} el valor frecuente;
- ψ_1 un coeficiente que tiene en cuenta la probabilidad de producción simultánea, con determinada intensidad, de las acciones variables;
- F_K el valor característico

Los valores de ψ_1 , menores que la unidad, para diferentes acciones se indican en la Tabla 1.

3.6. VALORES CASI PERMANENTES

Los valores casi permanentes $F_{c.p.}$ son mucho menores que el valor característico y actúan con una frecuencia mayor que los valores frecuentes y con intensidades menores que aquellos.

Se calculan afectando al valor característico con un coeficiente ψ_2 :

$$F_{c.p.} = \psi_2 \cdot F_K$$

siendo:

- $F_{c.p.}$ el valor casi permanente;
- ψ_2 un coeficiente que tiene en cuenta la probabilidad de producción simultánea, con determinada intensidad, de las acciones variables;
- F_K el valor característico

Los valores ψ_2 , menores que la unidad, para diferentes acciones se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de los coeficientes ψ_0 , ψ_1 y ψ_2

Acciones	Coeficientes		
	de combinación	frecuentes	casi permanentes
	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1 Cargas útiles			
viviendas	0,5	0,7	0,4
oficinas	0,6	0,8	0,4
comercios	0,6	0,9	0,4
garages	0,6	0,7	0,6
2 Acciones climáticas			
viento	0,6	0,4	0,2
nieve *	0,6	0,4	0,2
variación de temperatura	0,6	0,4	0,2
hielo **	0,6	0,4	0,2
3 Sismos ***	0,6	0	0
4 Acciones de máquinas y equipos (ascensores, puentes grúa, autoelevadores y similares)	1	1	1

Nota: Para las cargas permanentes resulta $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1$

- * Para zona II indicada en el Reglamento CIRSOC 104–1997 "Acción de la Nieve y del Hielo sobre las Construcciones". En ubicaciones especiales calcular el valor ψ correspondiente siguiendo los lineamientos del anexo.
- ** Únicamente para zonas indicada en el artículo 3.2. del Reglamento CIRSOC 104–1997 "Acción de la Nieve y del Hielo sobre las Construcciones".
- *** Los sismos aquí indicados son los clasificados como acciones "variables" en el artículo 2.2.2., y quedan excluidos los clasificados como acciones "accidentales".

ANEXOS AL CAPITULO 3

3.1. OBTENCIÓN APROXIMADA DE LOS VALORES ψ_{ji} Y SU RELACIÓN CON LOS γ_i PARCIALES

1. Dada la variación de una acción F con el tiempo t (como la indicada en la Figura A.1.),

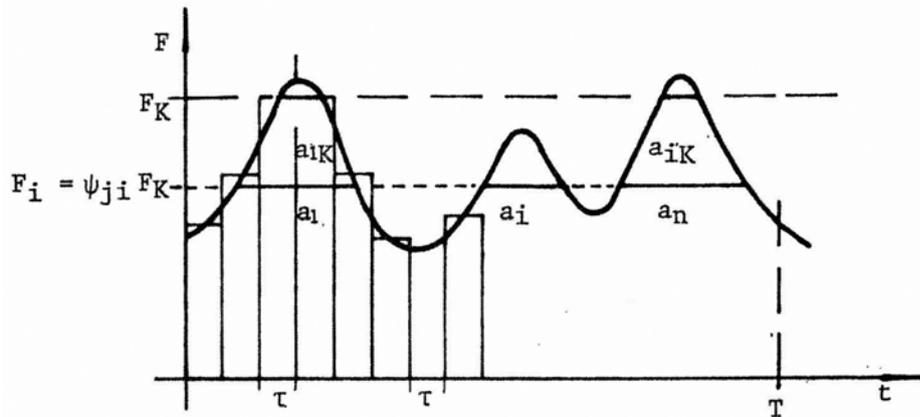


Figura A.1.

una intensidad F mayor que ψF_K de dicha acción, actuará durante un tiempo total igual a:

$$\sum_{i=1}^n a_i = \alpha \cdot T \quad \text{con } \alpha < 1$$

siendo:

a_i los tiempos de actuación de la acción con intensidad $F > \psi F_K$

α un coeficiente menor que uno;

T la vida útil de la estructura.

En el caso de F_K , será $\alpha = 0,05$.

Si con todos los valores de F registrados en el diagrama de la Figura A.1. se hiciera un histograma, resultaría:

$$\tau = \frac{T}{N}$$

y por lo tanto:

$$\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{\tau} = \alpha \cdot N$$

siendo:

τ el tiempo de actuación de la carga en cada oportunidad, supuesto constante;

T la vida útil de la estructura;

N la cantidad total de valores de F registrados, es decir $\sum_{i=1}^n n_i$ (ver figura A.2.).

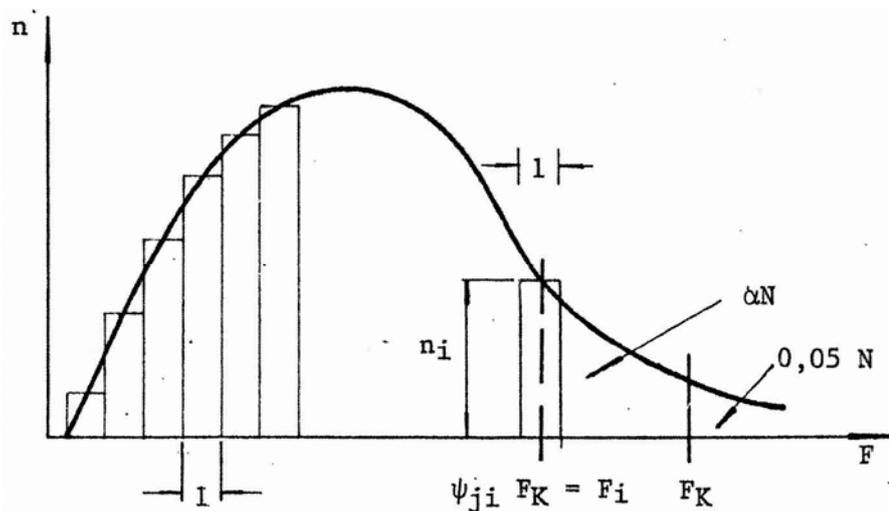


Figura A.2.

A los efectos de la presente Recomendación supondremos que la función de densidad de frecuencia corresponde a una variable F lognormal; lo que en general resulta una buena aproximación (ver Figura A.3.)

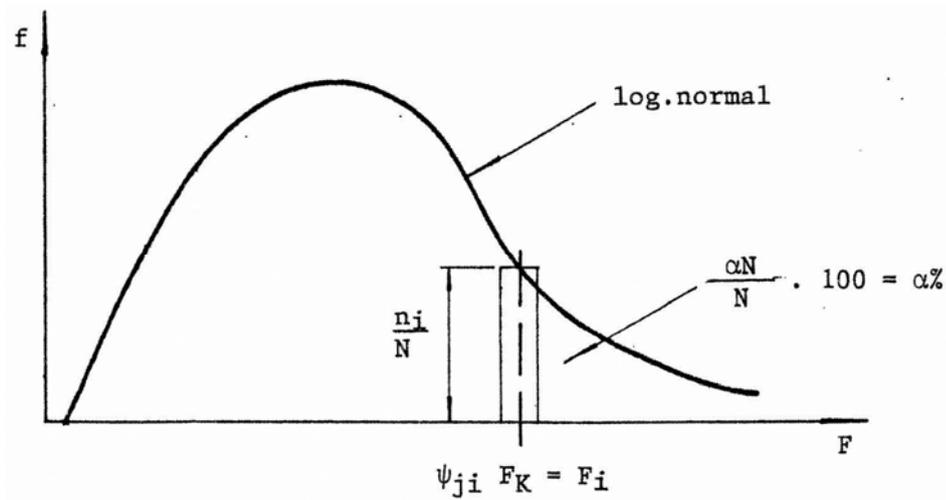


Figura A.3.

2. Utilizando una tabla de probabilidades normales y conocido α puede obtenerse β_i y entonces, expresar:

$$F_i = \bar{F} e^{\beta_i \delta_F}$$

y

$$F_K = \bar{F} e^{\beta_K \delta_F}$$

si para hallar F_K tomamos como es habitual $\alpha = 0,05 = 5\%$ resulta:

$$F_K = \bar{F} e^{1,645 \delta_F}$$

siendo:

\bar{F} la intensidad media de la acción F ;

F_i la intensidad de la acción F a la que corresponde una frecuencia $\frac{n_i}{N}$;

F_K el valor característico de la acción;

β_i el índice de seguridad correspondiente al valor F_i ;

β_K el índice de seguridad correspondiente al valor F_K ;

δ_F el coeficiente de variación de la acción F .

Se puede entonces calcular ψ_{ji} como:

$$\psi_{ji} = \frac{F_i}{F_K} = e^{(\beta_i - \beta_K) \delta_F} = e^{(\beta_i - 1,645) \delta_F} \quad (\text{con } j = 0; 1 \text{ ó } 2)$$

siendo:

ψ_{ji} (con $j = 0, 1$ ó 2) los coeficientes (como los de la Tabla 1) que determinan la intensidad de las acciones F para su consideración simultánea con otras;

F_i la intensidad de la acción F a la que corresponde una frecuencia $\frac{n_i}{N}$;

F_K el valor característico de la acción;

β_i el índice de seguridad correspondiente al valor F_i ;

β_K el índice de seguridad correspondiente al valor F_K ;

δ_F el coeficiente de variación de la acción F .

La aproximación de este planteo consiste en que los valores de α y δ_F que se utilizan no surgen de un cálculo matemático.

Suponiendo cuatro diagramas F , t , como los de las Figuras A.4., A.5., A.6. y A.7. y adoptando los valores de δ_F con un criterio cualitativo por observación de dichos diagramas resultan respectivamente, los siguientes valores:

- a) Pequeña dispersión de los valores. Es el caso del peso propio, las cargas permanentes, el empuje de líquidos, etc. (ver Figura A.4.).

$$\delta_F = 0,10$$

- b) Dispersión considerable de los valores. Es el caso de las cargas útiles en general, las cargas de viento, nieve, temperatura, etc. (ver Figura A.5.).

$$\delta_F = 0,50$$

- c) Gran dispersión de los valores. Es el caso de los sismos, tornados, etc. (ver Figura A.6.).

$$\delta_F = 0,70$$

- d) Acción determinista. Es el caso de las acciones de máquinas y equipos, por ejemplo, grúas, etc. (ver Figura A.7.).

$$\delta_F = 0$$

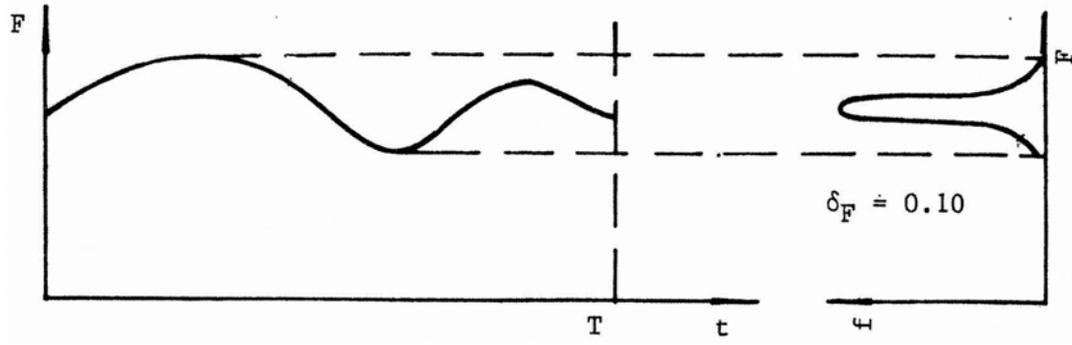


Figura A.4.

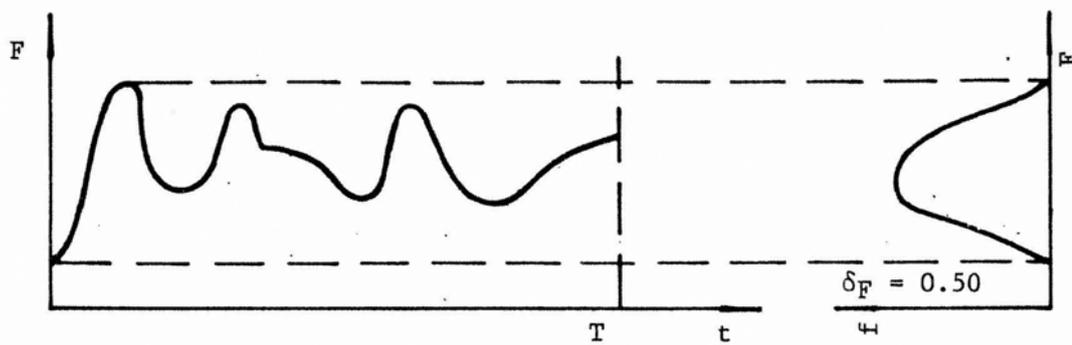


Figura A.5.

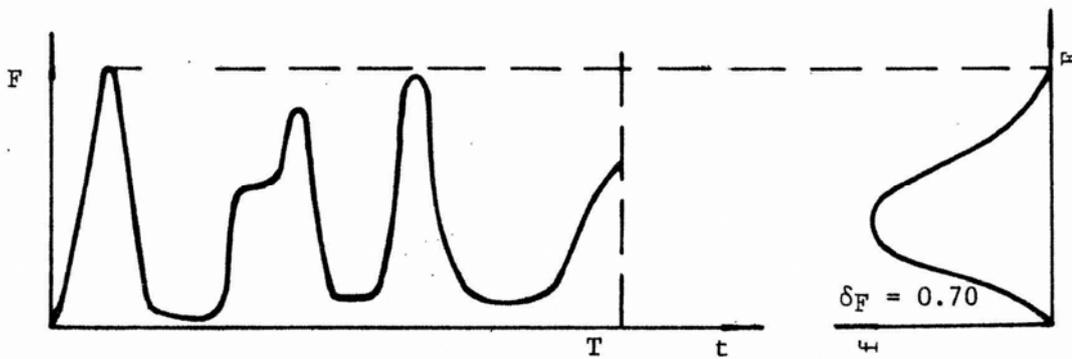


Figura A.6.

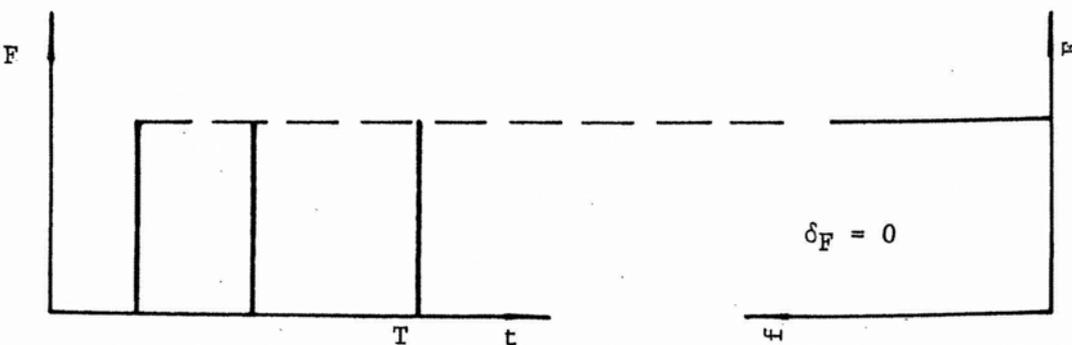


Figura A.7.

Los valores de α se estimarán sobre la base de que las acciones de presencia más frecuente tendrán α mayores, que los correspondientes a acciones menos frecuentes. Para las diferentes denominaciones de las acciones de esta Recomendación se adoptan los valores de α indicados en la Tabla A.1. Con dichos valores se obtienen de una tabla de probabilidades normales los correspondientes β_i (ver Tabla A.1.).

Tabla A.1.

Acciones		α	β_i
características	1	0,05	1,645 (= β_K)
frecuentes	ψ_1	0,50	0
de combinación	ψ_0	0,60	-0,25
casi permanentes	ψ_2	0,80	-0,84

En la Tabla A.2. se indican los valores de:

$$\psi_{ji} = e^{(\beta_i - 1,645) \delta_F}$$

para los δ_F adoptados.

Tabla A.2.

δ_F	Coeficientes		
	de combinación	frecuentes	casi permanentes
	$\alpha = 0,60$	$\alpha = 0,50$	$\alpha = 0,80$
	$\psi_0 = e^{-1,895 \delta_F}$	$\psi_1 = e^{-1,645 \delta_F}$	$\psi_2 = e^{-2,485 \delta_F}$
0,10	0,827	0,848	0,780
0,50	0,388	0,439	0,289
0,70	0,265	0,316	0,176
0	1	1	1

3. En la presente Recomendación se indica para el cálculo de F_u la siguiente expresión:

$$F_u = \gamma \sum_{i=1}^n \psi_{ji} F_{Ki} = \sum_{i=1}^n \gamma \psi_{ji} F_{Ki} \quad (j = 0; 1 \text{ ó } 2)$$

mientras que algunas normas indican:

$$F_u = \sum_{i=1}^n \gamma_i F_{Ki}$$

siendo:

- F_u la acción límite última;
- γ el coeficiente de seguridad global;
- ψ_{ji} los coeficientes que determinan la intensidad de las acciones F para su consideración simultánea con otras;
- F_{Ki} los valores característicos de las acciones i ;
- γ_i los coeficientes de seguridad parciales, definidas en dichas normas.

Por lo tanto, se podrían obtener los valores de γ_i , como $\gamma \psi_{ji}$, tomando los valores del coeficiente de seguridad global único γ , indicados en los Reglamentos CIRSOC particulares – ediciones vigentes entre 1982 y 1997. Otro método para obtener los valores de γ_i puede ser el siguiente:

$$\gamma_i F_{Ki} = \gamma \psi_{ji} F_{Ki} = \gamma \psi_{ji} \bar{F}_i e^{1,645 \delta_F} = \bar{F}_i e^{\beta^* \delta_F}$$

$$\ell_n \gamma + \ell_n \psi_{ji} + 1,645 \delta_F = \beta^* \delta_F$$

$$\beta^* = \frac{\ell_n \gamma}{\delta_F} + \frac{\ell_n \psi_{ji}}{\delta_F} + 1,645$$

$$\boxed{\gamma_i = e^{(\beta^* - \beta_K) \delta_F} = e^{(\beta^* - 1,645) \delta_F}}$$

siendo:

- γ_i los coeficientes de seguridad parciales;
- F_{Ki} los valores característicos de las acciones i ;
- γ el coeficiente de seguridad global;
- ψ_{ji} los coeficientes que determinan la intensidad de las acciones F para su consideración simultánea con otras;
- \bar{F}_i el valor medio de la acción F_i ;
- δ_F el coeficiente de variación de la acción F ;
- β^* el índice de seguridad ficticio, para el cálculo de γ_i ;
- β_{Ki} el índice de seguridad de la acción característica que vale **1,645** para el percentil 0,05.

En la Tabla A.3. se indican, a título de ejemplo, los valores de β^* y γ_i calculados por este método y como control con $\gamma_i = \gamma \psi_{ji}$ ($j = 0, 1$ ó 2).

Tabla A.3.

δ_F	β^*			$\gamma_i = e^{(\beta^* - 1,645)\delta_F}$			$\gamma_i = \gamma \psi_{ji}$		
	para ψ_0	para ψ_1	para ψ_2	para ψ_0	para ψ_1	para ψ_2	para ψ_0	para ψ_1	para ψ_2
0,10	6,677	6,928	6,092	1,654	1,696	1,560	1,654	1,696	1,560
0,50	1,138	1,385	0,549	0,776	0,878	0,578	0,776	0,878	0,578
0,70	0,738	0,989	0,153	0,530	0,632	0,352	0,530	0,632	0,352
0	∞	∞	∞	2	2	2	2	2	2

A título ilustrativo en la Tabla A.4. se indican los valores de α que corresponden a los β_i^* dados en la Tabla A.3.

Tabla A.4.

δ_F	β^* para ψ_0	α	β^* para ψ_1	α	β^* para ψ_2	α
0,10	6,677	1,28E-11	6,928	2,27E-12	6,092	5,90E-02
0,50	1,138	0,127	1,385	8,20E-02	0,549	0,281
0,70	0,738	0,229	0,989	0,161	0,153	0,363
0	∞	0	∞	0	∞	0

Los valores de γ_i se podrían obtener, para cierto valor de γ , a partir de la expresión:

$$\psi_{ji} = \frac{\gamma_i}{\gamma} \quad (j = 0; 1 \text{ ó } 2)$$

siendo:

- ψ_{ji} los coeficientes que determinan la intensidad de las acciones F para su consideración simultánea con otras;
- γ_i los coeficientes de seguridad parciales;
- γ el coeficiente de seguridad global.

CAPITULO 4. SUPERPOSICIÓN DE ACCIONES

4.1. DEFINICIONES

4.1.1. Estados límite

Se entiende por estado límite el que se produce en una estructura cuando deja de cumplirse alguna función para la que fue proyectada.

4.1.2. Estados límite últimos

El estado límite último se alcanza cuando se agota la capacidad de la estructura o de algunos de sus elementos para soportar acciones.

4.1.3. Estados límite de utilización o de servicio

El estado límite de utilización o de servicio se alcanza cuando la estructura sufre deformaciones, agrietamiento o vibraciones que afectan su correcto funcionamiento, sin comprometer su capacidad para soportar acciones.

4.2. SUPERPOSICION DE ACCIONES

En cada combinación podrán actuar: las acciones permanentes (según el artículo 4.2.1.), las acciones variables (según el artículo 4.2.2.) y las acciones accidentales (según el artículo 4.2.3.).

4.2.1. Acciones permanentes

4.2.1.1. Cuando estas acciones resulten desfavorables para el estado considerado, se denominarán $G_{m\acute{a}x}$.

4.2.1.2. Cuando estas acciones resulten favorables para el estado considerado, se denominarán $G_{m\acute{i}n}$.

4.2.1.3. En los casos corrientes, en las combinaciones que siguen pueden tomarse las acciones permanentes considerando un valor único de éstas:

$$G = G_{m\acute{a}x} + G_{m\acute{i}n}$$

siendo:

- G la totalidad de las acciones permanentes;
- $G_{m\acute{a}x}$ las acciones permanentes que resulten desfavorables para el estado considerado;
- $G_{m\acute{i}n}$ las acciones permanentes que resulten favorables para el estado considerado.

4.2.2. Acciones variables

4.2.2.1. Las acciones variables "de base" serán F_{K1} (se toma el valor característico según el artículo 3.3.).

4.2.2.2. Las acciones variables "de acompañamiento" serán F_{Ki} ($i = 2, \dots, n$).

4.2.2.3. Cada combinación deberá realizarse tomando sucesivamente cada una de las acciones "variables" como "de base" y las otras como "de acompañamiento", adoptándose para la verificación el valor más desfavorable para el estado considerado.

La experiencia del proyectista le indicará "a priori" la acción que debe ser tomada como "de base", pero, en todo caso resultará en general innecesario tomar más de dos acciones "de acompañamiento".

Conviene tener presente que la formación de una combinación de muchas acciones tiene pequeña probabilidad de producción, lo que disminuye su importancia.

4.2.3. Acciones accidentales

4.2.3.1. Las acciones accidentales serán F_{acc} .

Sólo se tomará una acción accidental en cada combinación.

4.3. ESTADOS LIMITE ULTIMOS

4.3.1. Combinación fundamental

La combinación fundamental se determinará mediante la siguiente expresión:

$$F_u = \gamma \left[G_{m\acute{a}x} + 0,8 G_{m\acute{i}n} + F_{K1} + \sum_{i=2}^n \psi_{0,i} \cdot F_{Ki} \right]$$

según el artículo 4.2.1.3. podrá tomarse:

$$F_u = \gamma \left[G + F_{K1} + \sum_{i=2}^n \psi_{0,i} \cdot F_{Ki} \right]$$

siendo:

- F_u la acción límite última;
- γ el coeficiente de seguridad correspondiente a cada reglamento particular;
- $G_{m\acute{a}x}$ según el artículo 4.2.1.1.;
- $G_{m\acute{i}n}$ según el artículo 4.2.1.2.;
- G según el artículo 4.2.1.3.;
- F_{K1} según el artículo 4.2.2.1.;
- $\psi_{0,i}$ coeficiente según el artículo 3.4.;
- F_{Ki} según el artículo 4.2.2.2.

4.3.2. Combinación accidental

La combinación accidental se determinará mediante la siguiente expresión:

$$F_u = F_{acc} + G + \psi_{1,1} \cdot F_{K1} + \sum_{i=2}^n \psi_{2,i} \cdot F_{Ki}$$

siendo:

- F_u la acción límite última;
- F_{acc} según el artículo 4.2.3.;
- G según el artículo 4.2.1.3.;
- $\psi_{1,1}$ coeficiente según el artículo 3.5.;
- F_{K1} según el artículo 4.2.2.1.;
- $\psi_{2,i}$ coeficiente según el artículo 3.6.;
- F_{Ki} según el artículo 4.2.2.2.

Las combinaciones accidentales se toman con $\gamma = 1$ salvo disposición en contrario del reglamento particular respectivo.

4.4. ESTADOS LÍMITE DE UTILIZACION (O DE SERVICIO)

4.4.1. Combinaciones poco frecuentes (para acciones de corta duración)

Las combinaciones poco frecuentes se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$F_{serv} = G + F_{K1} + \sum_{i=2}^n \psi_{1,i} \cdot F_{Ki}$$

siendo:

- F_{serv} la acción de servicio;
- G según el artículo 4.2.1.3.;
- F_{K1} según el artículo 4.2.2.1.;
- $\psi_{1,i}$ coeficiente según el artículo 3.5.;
- F_{Ki} según el artículo 4.2.2.2.

4.4.2. Combinaciones frecuentes (para acciones de larga duración)

Las combinaciones frecuentes se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$F_{serv} = G + \psi_{1,1} \cdot F_{K1} + \sum_{i=2}^n \psi_{2,i} \cdot F_{Ki}$$

siendo:

- F_{serv} la acción de servicio;
- G según el artículo 4.2.1.3.;
- $\psi_{1,1}$ coeficiente según el artículo 3.5.;
- F_{K1} la acción "de base" considerada "frecuente" por el proyectista F_{frec} ;
- $\psi_{2,i}$ coeficiente según el artículo 3.6.;
- F_{Ki} las acciones "de acompañamiento", consideradas "casi permanentes" por el proyectista con $i = 2, \dots, n$; F_{cp} .

4.4.3. Se tomarán las combinaciones del artículo 4.4.1. o las del artículo 4.4.2. según el caso de que las acciones variables sean de corta o de larga duración. En casos de duda se verificarán ambas, tomándose la más desfavorable.

4.5. COMBINACIONES INDICADAS EN LOS REGLAMENTOS PARTICULARES

4.5.1. En los Reglamentos CIRSOC particulares – ediciones vigentes entre 1982 y 1997 – se indican reducciones o mayoraciones de las diferentes acciones, a los fines de su superposición, con los siguientes criterios diferentes:

4.5.1.1. Modificaciones de las intensidades de las acciones "variables" con las que se toma en cuenta algún hecho físico propio de la estructura o de la acción misma:

$$F_{mi} = \varepsilon_i \cdot F_{Ki} \qquad F_{serv} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot F_{Ki}$$

siendo:

- F_{mi} la acción i con intensidad modificada;
- ε_i el coeficiente de modificación de la intensidad a la acción i , propio de cada reglamento particular;
- F_{Ki} la acción i con valor característico o nominal.

Estas modificaciones no guardan relación con los valores ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 dados en la Tabla 1 de esta Recomendación y por lo tanto dichas acciones de intensidad modificada serán afectadas con los mencionados coeficientes ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 con el fin de superponerlas según los artículos 4.3. y 4.4.

4.5.1.2. Modificaciones de las intensidades de las acciones, que en forma probabilística cualitativa indican reducciones de dichas intensidades, a los efectos de su superposición con otras acciones.

Estas modificaciones implican adoptar determinados valores para los coeficientes ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 que pueden dar lugar a superposiciones distintas a las indicadas en los artículos 4.3. y 4.4., debiendo por lo tanto considerárselas como combinaciones adicionales a las de dichos artículos, tomándose en cada caso la más desfavorable. Será:

$$F_{serv} = \sum_{i=1}^n \psi_{ji} \cdot \varepsilon_i \cdot F_{Ki}$$

siendo:

- F_{serv} la acción de servicio;
- ψ_{ji} los coeficientes (como los de Tabla 1) pero con un valor dado explícita o implícitamente por un reglamento particular;
- F_{Ki} la acción i con un valor característico o nominal;
- ε_i el coeficiente de modificación según el artículo 4.5.1.1.

4.5.1.3. Además de los casos considerados en los artículos 4.5.1.1. y 4.5.1.2. en la determinación de las acciones últimas podrá ocurrir que, cada acción, o algunas de ellas, al ser superpuestas sean afectadas con diferentes coeficientes de seguridad. Se tendrá en estos casos:

$$F_u = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \psi_{ji} \cdot \varepsilon_i \cdot F_{Ki}$$

siendo:

- F_u la acción última;
- γ_i el coeficiente de seguridad según cada reglamento particular o la Recomendación CIRSOC 106–1982;
- ψ_{ji} el coeficiente (como los de la Tabla 1) pero con un valor dado explícita o implícitamente por un reglamento particular;
- ε_i el coeficiente de modificación según el artículo 4.5.1.1.;
- F_{Ki} la acción i con valor característico o nominal.

4.5.2. En los Comentarios a esta Recomendación se dan algunos ejemplos.

4.6. Todas las ecuaciones de los párrafos 4.3., 4.4. y 4.5. son simbólicas e indican superposiciones (actuación simultánea) y no verdaderas sumas algebraicas.

COMENTARIOS A LA RECOMENDACION CIRSOC 105 SOBRE SUPERPOSICION DE ACCIONES (COMBINACIONES DE ESTADOS DE CARGA)

1. INTRODUCCION

La regla clásica para superponer acciones ha sido la de tomar "el caso más desfavorable entre todos los posibles":

$$F_{serv} = \sum_{i=1}^n F_{Ki} \quad (1)$$

siendo:

F_{serv} la acción resultante de servicio;
 F_{Ki} las acciones con sus valores característicos o nominales actuando en las posiciones en que produzcan los valores más desfavorables de la combinación.

Cuando alguna circunstancia física, propia de las acciones o de la estructura quiere ser tenida en cuenta en forma simplificada, se afecta a los valores F_{Ki} por coeficientes ε_i que dan valores modificados de las acciones con el fin expuesto.

$$F_{mi} = \varepsilon_i \cdot F_{Ki} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (2)$$

siendo:

F_{mi} la acción modificada (mayorada o minorada);
 ε_i el coeficiente explícito o implícito en algún reglamento particular;
 F_{Ki} los valores característicos en las posiciones más desfavorables.

Será:

$$F_{serv} = \sum_{i=1}^n F_{mi} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot F_{Ki} \quad (3)$$

siendo:

F_{serv} la acción resultante de servicio;
 F_{mi} la acción modificada (mayorada o minorada);
 ε_i el coeficiente explícito o implícito en algún reglamento particular;
 F_{Ki} los valores característicos en las posiciones más desfavorables.

Todavía puede afectarse a los valores F_{mi} por coeficientes ψ_{ji} que toman en cuenta la probabilidad de producción simultánea, con determinada intensidad; de las acciones "variables" definidas en la presente Recomendación. Se tendría así, con este criterio:

$$F_{serv} = \sum_{i=1}^n \psi_{ji} \cdot F_{mi} = \sum_{i=1}^n \psi_{ji} \cdot \varepsilon_i \cdot F_{Ki} \quad (4)$$

siendo:

- F_{serv} la acción resultante de servicio;
- ψ_{ji} los coeficientes que determinan la intensidad de las acciones F para su consideración simultánea con otras;
- F_{mi} la acción modificada (mayorada o minorada);
- ε_i el coeficiente explícito o implícito en algún reglamento particular;
- F_{Ki} el valor característico en la posición más desfavorable.

Es evidente que haciendo $\psi_{ji} = 1$ ($i = 1, \dots, n$) se obtiene (3) a partir de (4) y haciendo $\psi_{ji} = \varepsilon_i = 1$ ($i = 1, \dots, n$) se obtiene (1).

Para obtener las acciones últimas hay que afectar a las de servicio con coeficientes de seguridad $\gamma_i \geq 1$ ($i = 1, \dots, n$) que dan los diferentes reglamentos particulares y pueden llegar a coincidir todos en un solo valor $\gamma = \gamma_i$ ($i = 1, \dots, n$).

La expresión de la acción última será:

$$F_u = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \psi_{ji} \cdot \varepsilon_i \cdot F_{Ki} \quad (5)$$

siendo:

- F_u la acción última;
- γ_i el coeficiente de seguridad total o parcial;
- ψ_{ji} los coeficientes que determinan la intensidad de las acciones F para su consideración simultánea con otras;
- ε_i el coeficiente explícito o implícito en algún reglamento particular;
- F_{Ki} el valor característico en la posición más desfavorable.

Haciendo $\gamma_i = 1$ ($i = 1, \dots, n$) se pasa de F_u a F_{serv} . Las acciones definidas como "variables" se caracterizan por sus variaciones frecuentes en el tiempo, pudiendo tener un tiempo medio entre actuaciones sucesivas λ^{-1} pequeño. Tienen además un tiempo de duración de su actuación τ mucho más pequeño que la vida útil de la estructura.

Otra variable es su intensidad, cuanto mayor sea la intensidad en general, mayor será λ^{-1} (menos frecuentes) y menor su tiempo de actuación τ .

Las cargas que tienen menores intensidades tendrán menores λ^{-1} (más frecuentes) y mayores duraciones de la actuación (mayores τ).

Para aclarar ideas piénsese en las cargas de viento o de nieve, por ejemplo. Cuanto menor sea λ^{-1} y mayor sea τ para una carga, la probabilidad de que esta carga forme parte de una combinación es mayor, pues mayor será su probabilidad de producción y de coincidencia con otras cargas.

Un estudio exacto del problema que tuviese en cuenta para cada acción las variables "intensidad", λ^{-1} y τ en función del tiempo resultaría muy complejo.

En el Boletín 124/125F del CEB, se presentan dos modelos diferentes para la combinación de acciones. En el anexo I (página 66) un método de "nivel 2", que resulta poco práctico para su utilización en los proyectos y en las "Reglas unificadas, comunes a diferentes tipos de obras y materiales", otro, sobre la base de una clasificación de las acciones y adopción de coeficientes de reducción de los valores característicos para obtener los "frecuentes" y los "casi permanentes".

Para esta Recomendación hemos adoptado el segundo modelo, de uso más fácil en la práctica.

Se proponen reglas de superposición en los artículos 4.3. y 4.4. que resultan ser casos particulares de las expresiones (4) y (5) recién expuestas.

Estas últimas serán de aplicación solamente en los casos en que los reglamentos particulares las prescriban (ver el artículo 4.5.).

En todo caso serán consideradas como una combinación adicional a las prescriptas en los artículos 4.3 y 4.4 debiendo adoptarse la más desfavorable en cada caso.

2. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

Siguiendo las líneas generales del trabajo "Aplicación al proyecto de estructuras sismorresistentes de un modelo aproximado para la combinación de acciones" (Anales Ac. CEFN, Tomo 31 1979), que puede servir para aclarar ideas, diremos que admitido un cierto valor constante de τ (duración de la actuación) para cada acción, las Figuras C.1., C.2. y C.3. serían representaciones de acciones "permanente", "variable" y "accidental", respectivamente.

Al multiplicar el valor característico F_K por un coeficiente $\psi < 1$ se tiene un valor de menor intensidad y observando las figuras se ve que es producción más frecuente y puede actuar durante tiempos mayores que τ siendo más probable su combinación con otras cargas.

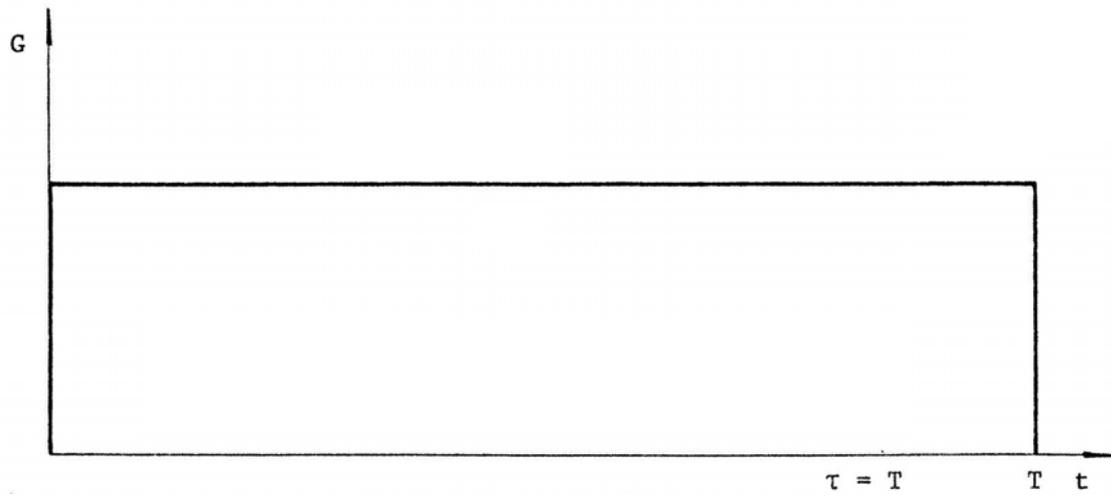


Figura C.1. Representación de una acción "permanente".

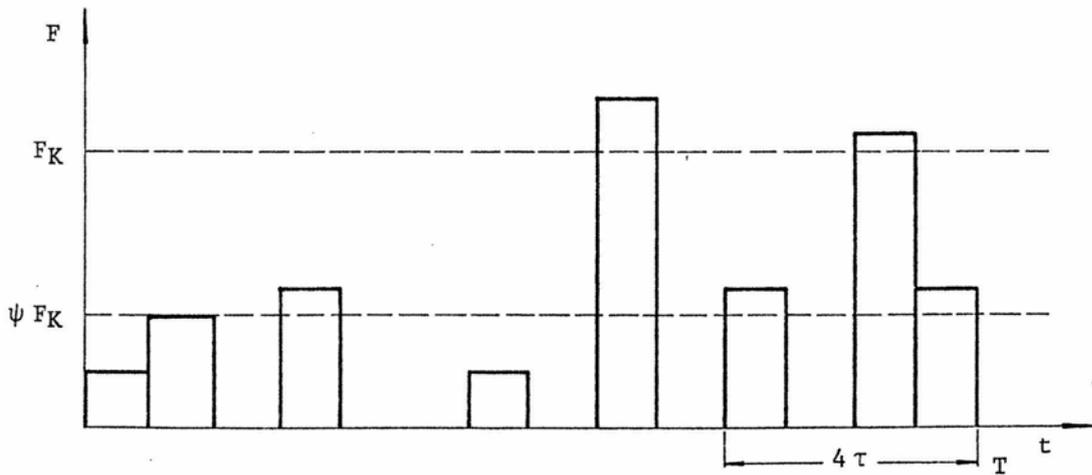


Figura C.2. Representación de una acción "variable".

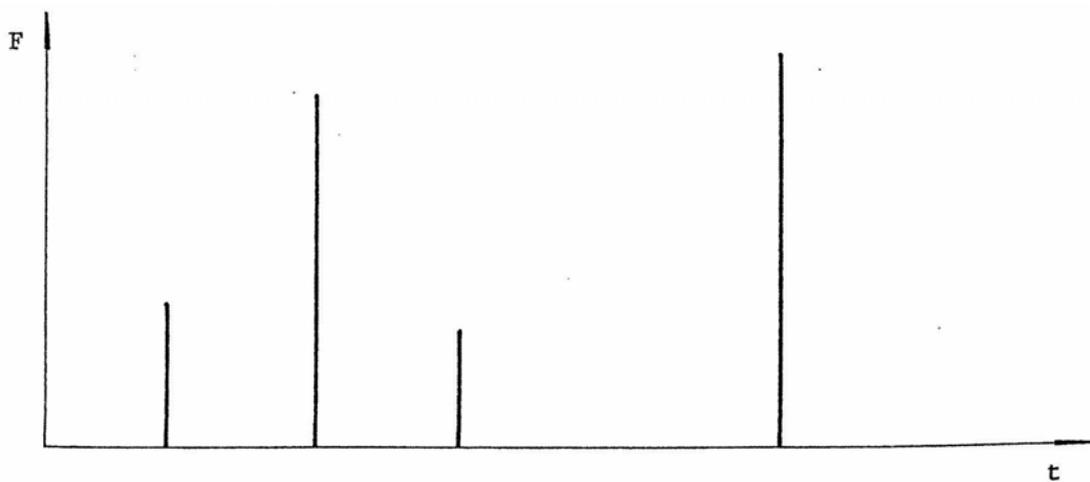


Figura C.3. Representación de una acción "accidental".

Naturalmente la fijación de los valores de ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 de la Tabla 1 de la presente Recomendación es un problema probabilístico sumamente complejo que requiere además contar con relevamientos estadísticos muy completos y prolongados, de los que en general no se dispone.

El criterio para la adopción de los valores de ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 es el de que si la probabilidad de producción de una acción F_i es P_i la de la combinación $F_i + \psi F_j$ sea $P_{ij} \cong P_i$.

Evidentemente la P_{ij} correspondiente a $F_i + F_j$ será $\ll P_i$.

El Boletín CEB 124/125-F que inspira la presente Recomendación da en diferentes partes del mismo, valores dispares para los coeficientes ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 habiéndose adoptado en esta Recomendación no contando con otros elementos de juicio y por razones de prudencia y seguridad, los mayores de ellos.

Para mayor ilustración se transcriben en la Tabla C1 los distintos valores consignados en el mencionado Boletín CEB 124/125-F, agregándose algunos por comparación, e indicando cómo calcularlos en forma aproximada en el Anexo al Capítulo 3.

3. COMBINACIONES DE ACCIONES

Volviendo al trabajo mencionado: "Aplicación al proyecto de estructuras sismorresistentes de un modelo aproximado para la combinación de acciones" resulta claro que al aumentar τ y disminuir λ^{-1} aumenta la probabilidad de que una acción forme parte de una determinada combinación. Es además evidente que, en general, disminuyendo la intensidad de una acción crece τ y disminuye λ^{-1} . Por lo tanto, el criterio para combinar acciones de las "Reglas Unificadas comunes a diferentes tipos de obras y materiales" que consiste en superponer directamente los valores G con los $\psi_j F_{ik}$ ($j = 0, 1$ ó 2) resulta justificado cualitativamente y cuantitativamente en cuanto los valores ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 sean confiables. En los estados últimos las combinaciones se realizan mayorando los valores combinados con el coeficiente γ , de acuerdo con el reglamento particular que se emplee. Este coeficiente γ puede tomarse igual a la unidad en los estados últimos correspondientes a acciones accidentales, debido a la pequeña probabilidad de producción de éstas.

Obsérvese también:

a) Que en la "combinación fundamental" se toman con toda su intensidad las acciones permanentes desfavorables y en cambio sólo el 80% de las favorables.

b) En esta "combinación fundamental" se toma íntegra la carga variable "de base" y sólo los valores "de combinación" $\sum_{i=2}^n \psi_{0,i} \cdot F_{Ki}$ de las "de acompañamiento".

c) En las "combinaciones accidentales" se toman las cargas "accidentales" con el valor que resulta de los reglamentos específicos respectivos (por ejemplo, sismos), todas las acciones permanentes (favorables y desfavorables) con su valor íntegro, el valor "frecuente" de la acción variable de "base" y los "casi permanentes" de las acciones variables "de acompañamiento". Todas con $\gamma = 1$ dada la pequeña probabilidad de producción de F_{acc} .

Tabla C.1.

Boletín CEB 124/125-F	Páginas	Sobrecargas	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Comentario a los artículos 10.3.1. y 10.3.2. de las "Reglas Unificadas comunes a diferentes tipos de obras y materiales".	40 y 41	en:			
		Viviendas	0,5	0,7	0,4
		Oficinas	0,5	0,8	0,4
		Comercios	0,5	0,9	0,4
		Garages	0,6	0,7	0,6
		de:			
		Viento	0,55	0,2	0
Nieve	0,55	-----	-----		
Código modelo CEB-FIP para hormigón armado	79	en:			
		Viviendas	0,3	0,4	0,2
		Oficinas	0,6	0,6	0,3
		Comercios	0,6	0,6	0,3
		Garages	0,6	0,7	0,6
		de:			
		Viento	0,5	0,2	0
Nieve	0,5	0,2	0		
Anexo III	88 a 99	en:			
		Viviendas	0,3	0,35	0,2
		Oficinas	0,6	0,6	0,3
		Comercios	0,6	0,6	0,3
		de:			
		Viento	0,6	0,2	0
		Nieve	0,6	0,3	0

1a. Nota: Se han recuadrado los valores mayores.

2a. Nota: No se indican valores ψ_0 , ψ_1 y ψ_2 para cargas accidentales (artículo 2.2.3. de la Recomendación CIRSOC 105–1982). Se entiende que un sismo muy severo (Capítulo 1 del Reglamento CIRSOC 103–1991) es destructivo y por lo tanto una acción accidental se tomará siempre ($\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1$) para combinaciones accidentales, con $\gamma = 1$ (artículo 4.3.2. de la presente Recomendación). Para un sismo de ocurrencia frecuente se ha adoptado el valor $\psi_0 = 0,6$ como para viento y nieve y $\psi_1 = \psi_2 = 0$.

Deberá tantearse, tomando como acción de "base" a cada una de las acciones "variables" que se tomen en cuenta.

En general bastará considerar 2 acciones "de acompañamiento", por la pequeña importancia de éstas en relación a F_{acc} . De todos modos queda como reserva de seguridad el hecho favorable de la pequeña probabilidad de combinación de un número de acciones superior a cuatro ("accidental", "permanente", "de base" y una "de acompañamiento").

Este hecho favorable no puede tomarse en cuenta en un planteo simplificado como el adoptado (ver el trabajo "Aplicación al proyecto de estructuras sismorresistentes de un modelo aproximado para la combinación de acciones").

En los estados límite de utilización, se presentan dos tipos de combinaciones posibles, eliminando las "casi permanentes" que indica el CEB. Con frecuencia de producción creciente, y por lo tanto, intensidad decreciente serán:

- 1) "poco frecuentes" (para acciones de corta duración)
- 2) "frecuentes" (para acciones de larga duración)

Queda a criterio del proyectista la utilización de uno de los dos tipos, de acuerdo con el estado límite de que se trate.

Naturalmente, en las combinaciones correspondientes a estados límite de utilización no se consideran las acciones "accidentales", dada su baja probabilidad de producción.

Para cada tipo de combinación hay una acción variable "de base" y las demás son "de acompañamiento". Para las combinaciones "poco frecuentes" y "frecuentes" hay respectivamente las combinaciones indicadas en la Tabla C.2.

La acción variable "de base" será sucesivamente cada una de las acciones "variables", tomándose el valor más desfavorable para el estado límite que se estudia.

Sin embargo, la experiencia del proyectista y el análisis "a priori" de los valores de las acciones "variables" le llevará a combinar directamente los estados más desfavorables con pocos tanteos o aún sin ellos.

Tabla C.2.

Combinaciones	Acciones variables	
	Acción de base	Acciones de acompañamiento
poco frecuentes	valor característico	valores frecuentes
frecuentes	valor frecuente	valores casi permanentes

El artículo 4.5. de la presente Recomendación es de orden y en él se trata de compatibilizar los criterios empleados (de origen CEB) con los de los Reglamentos CIRSOC particulares – ediciones vigentes entre 1982 y 1997 – (en general de origen DIN) mediante expresiones de superposición generales que dan cabida a los criterios de dichos reglamentos particulares.

Esto, naturalmente, trae aparejado un mayor trabajo material, pero permite en algunos casos realizar superposiciones menos severas y por lo tanto, económicamente menos gravosas.

4. REGLAMENTOS CIRSOC (1982 / 1997) PARTICULARES

A título de ejemplo, se dan a continuación algunos casos concretos a que conducen los Reglamentos particulares CIRSOC – ediciones vigentes entre 1982 y 1997, en relación con la superposición de acciones.

Reglamento CIRSOC 101–1982 "Cargas y sobrecargas gravitatorias para el cálculo de las estructuras de edificios":

Artículo 4.2.

La reducción de la sobrecarga para el cálculo de columnas equivale a fijar valores ψ_{ji} para ellas. Convendrá tomar especialmente en cuenta para realizar estas reducciones:

- a) la duración τ de la actuación de la sobrecarga;
- b) el período medio de repetición λ^{-1} ;
- c) la relación ρ entre la carga permanente y la sobrecarga.

Cuando se tengan valores elevados de τ , y/o pequeños de λ^{-1} y/o pequeños de ρ , la reducción mencionada en este artículo puede implicar un elevado riesgo y llevar el valor del coeficiente de seguridad a términos inaceptablemente bajos.

Reglamento CIRSOC 102–1994 "Acción del viento sobre las construcciones"

Capítulo 5.

Los valores de los coeficientes que se indican en este Capítulo y que se hallan reunidos en el diagrama de la Figura 11, no deben considerarse como casos particulares de ψ_{ji} pues dan lugar a pasos de cálculo que conducen a las acciones que deben considerarse en el mismo Reglamento.

Cuando sea necesario superponer estas acciones, se podrán afectar con los coeficientes ψ_{ji} según la Tabla 1 de esta Recomendación.

Reglamento INPRES-CIRSOC 103–1991 "Normas Argentinas para construcciones sismorresistentes. Parte I - Construcciones en general"

Artículos 5.1. y 5.2.

El "factor de riesgo" γ_d no debe considerarse como caso particular de ψ_{ji} pues da lugar a pasos de cálculo que conducen a las intensidades de las acciones que deben considerarse en el mismo Reglamento.

Capítulo 9. (Tabla 6)

Los valores del coeficiente de simultaneidad " η " que se indican en esta tabla son valores particulares de ψ_{ji} . Cuando se calculen las superposiciones indicadas en esta Recomendación se considerarán adicionalmente estos valores de ψ_{ji} y se adoptará la superposición más desfavorable.

Capítulo 10.

Las superposiciones que se indican en este Capítulo se considerarán simultáneamente con las del artículo 4.4. cuando se adopte esta Recomendación y se calculará con la más desfavorable.

Artículo 11.4.

Para lo indicado en los párrafos a) y b) valen las consideraciones hechas para el Capítulo 10.

Al no considerar la acción simultánea de viento y nieve, se está fijando para uno de estos estados $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 0$, al combinar con los criterios empleados en los artículos 4.3. y 4.4. de esta Recomendación.

Reglamento CIRSOC 104–1997 "Acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones"

Artículos 2.2.4.1. y 3.4.

Los valores de carga de nieve y de hielo indicados en estos artículos, se tomarán como acciones "variables" según esta Recomendación.

Artículos 2.3. y 2.5.

Los valores del coeficiente k indicados en estos artículos no deben considerarse como casos particulares de ψ_{ji} pues interpretan hechos físicos propios de la forma de la cubierta. Cuando las acciones de cálculo, obtenidas con estos valores k , se superpongan según esta Recomendación se afectarán con los coeficientes ψ_{ji} correspondientes.

Artículo 2.4.2.1.

La superposición de viento y nieve, indicada en este artículo, corresponde a valores particulares de ψ_{ji} (**0,5** y/o **1**). Cuando, además de estas superposiciones, se calculen las indicadas en la presente Recomendación se adoptará la más desfavorable.

Reglamento CIRSOC 201–1984 "Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de Hormigón Armado y Pretensado"

Artículos 17.2.2., 17.9. y 19.2.

Los valores de los coeficientes de seguridad γ indicados en estos artículos o los que resulten de aplicar la Recomendación CIRSOC 106–1982 "Dimensionamiento del coeficiente de seguridad" son los que se deben considerar al superponer las acciones según la combinación indicada en el artículo 4.3.1. de esta Recomendación.

Reglamento CIRSOC 301–1982 "Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de acero para edificios"

Artículos 3.1. y 3.2.

Las superposiciones que se indican en estos artículos se considerarán simultáneamente con las de los artículos 4.3. y 4.4. cuando se adopte esta Recomendación y se calculará con la más desfavorable.

Capítulo 4.

Los coeficientes de seguridad indicados en la Tabla 6 o los que resultaren de aplicar la Recomendación CIRSOC 106–1982 "Dimensionamiento del coeficiente de seguridad" son los que se deben considerar al superponer las acciones según la combinación indicada en el artículo 4.3.1. de esta Recomendación.

Capítulo 6.

Las combinaciones indicadas equivalen a fijar $\psi_{ji} = 1$ para todas las acciones, lo que da un estado más desfavorable que los supuestos en esta Recomendación, que debe ser considerado.

Recomendación CIRSOC 102-1 – 1982 "Acción dinámica del viento sobre las construcciones"

Capítulo 2.

Los valores de los coeficientes que se indican en este Capítulo y que se hallan reunidos en el diagrama de la Figura 14, no deben considerarse como casos particulares de ψ_{ji} pues dan lugar a pasos de cálculo que conducen a las acciones que deben considerarse en el mismo Reglamento.

Cuando sea necesario superponer estas acciones se podrán afectar con los coeficientes ψ_{ji} según la Tabla 1, de esta Recomendación.

Recomendación CIRSOC 303–1991 "Estructuras livianas de acero"

Artículo 2.2.3.

Las superposiciones que se indican en este artículo, se considerarán simultáneamente con las de los artículos 4.3. y 4.4. cuando se adopte esta Recomendación, y se calculará con la más desfavorable.

Capítulo 3.

El coeficiente de seguridad con $\gamma = 1,6$ es el que deberá tomarse en la superposición indicada en el artículo 4.3.1. de esta Recomendación.

Anexo al artículo 4.4.1.

Los coeficientes ϕ de funcionamiento, se considerarán afectando a γ en el artículo 4.3.1. de esta Recomendación.



**Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI**