

Distribución de acciones e Hipótesis de carga según el DB-SE AE del CTE

Apellidos, nombre	Guardiola Villora Arianna (aguardio@mes.upv.es) Agustín Pérez-García (aperezg@mes.upv.es)
Departamento	M.M.C y Teoría de Estructuras
Centro	Escuela Técnica Superior de Arquitectura

1 Resumen de las ideas clave

El objeto de este artículo docente es mostrar al alumno como se desarrollan las distintas hipótesis de carga a considerar en cálculo de la estructura de una vivienda unifamiliar siguiendo los criterios que establece el Documento Básico Seguridad Estructural, Acciones en Edificación, del Código Técnico de la Edificación (En adelante DB-SE AE del CTE)

2 Introducción

En este artículo se presenta, al alumno que se enfrenta por primera vez a una asignatura de análisis de estructuras de edificación, como desarrollar las hipótesis de carga a considerar en el diseño y cálculo de la estructura de una vivienda unifamiliar.

Para ello, a partir de la geometría de la estructura, necesaria para determinar el ámbito de carga, se distribuyen las acciones superficiales y puntuales en los correspondientes pórticos generando las distintas hipótesis de carga que establece la norma.

3 Objetivos

Una vez que el alumno se lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Determinar el ámbito de carga correspondiente a las cargas superficiales gravitatorias para cada uno de los pórticos que componen la estructura.
- Determinar el ámbito de carga correspondiente a las cargas lineales equivalentes a los cerramientos y medianeras.
- Determinar el ámbito de carga correspondiente a las cargas superficiales horizontales (sobrecarga de viento)
- Representar las distintas cargas lineales y puntuales calculadas a partir de los ámbitos de carga, aplicándolas en los elementos correspondientes.
- Representar las distintas hipótesis de carga obtenidas.

4 Desarrollo de las hipótesis de carga

4.1 Descripción geométrica y constructiva de la estructura

El edificio objeto de análisis tiene dos plantas, siendo la altura entre plantas de 3 metros. Considerando que el suelo de la planta baja es un forjado sanitario (debidamente ventilado y con una barrera de vapor colocada debajo del pavimento), la estructura está compuesta por tres forjados y 4 pórticos paralelos a fachada.

Las dimensiones, huecos y designaciones se muestran en la figura 1

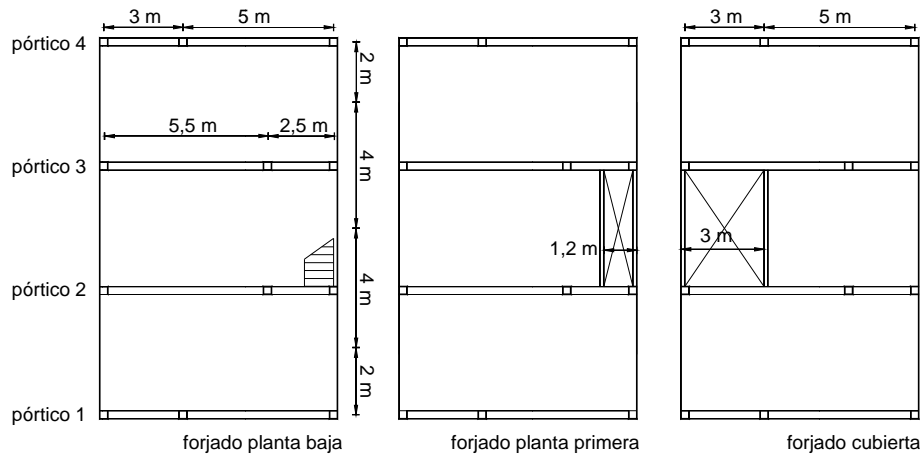


Figura 1. Esquema de forjados, pórticos y viguetas

4.2 Cargas superficiales a considerar

Las cargas superficiales a considerar se representan en las figuras 2, 3 y 4.

Las acciones permanentes consideradas (figura 2) son las debidas al peso propio y corresponden al peso de los elementos estructurales y también al peso de los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

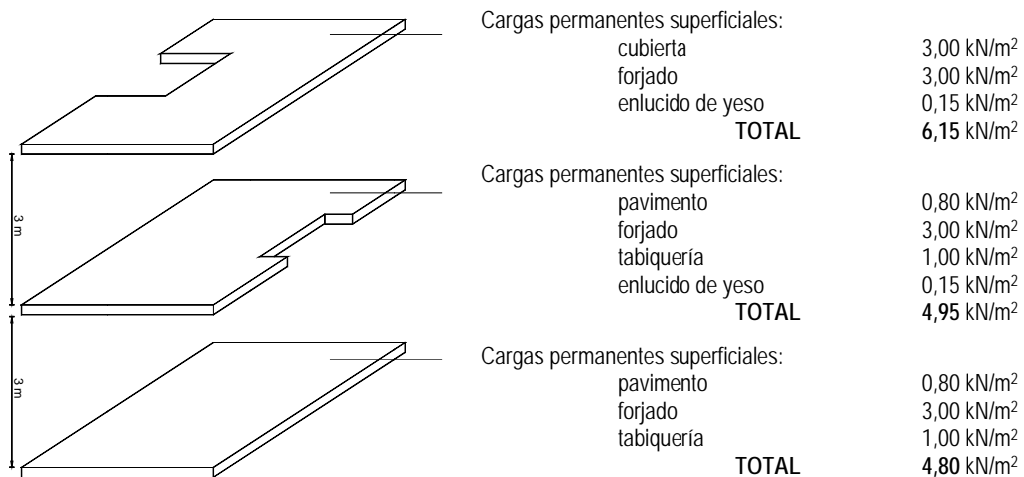


Figura 2. Cargas permanentes verticales en cada uno de los forjados

Las acciones variables consideradas en la figura 3, son las que se generan debido a uso del edificio (uso residencial y mantenimiento en cubierta) y las correspondientes al peso de la nieve (vivienda situada en Valencia) según las tablas 3.8 y 3.1 del DB-SE A del CTE respectivamente.

Finalmente, los empujes del viento¹ sobre las fachadas se representan en la figura 4.

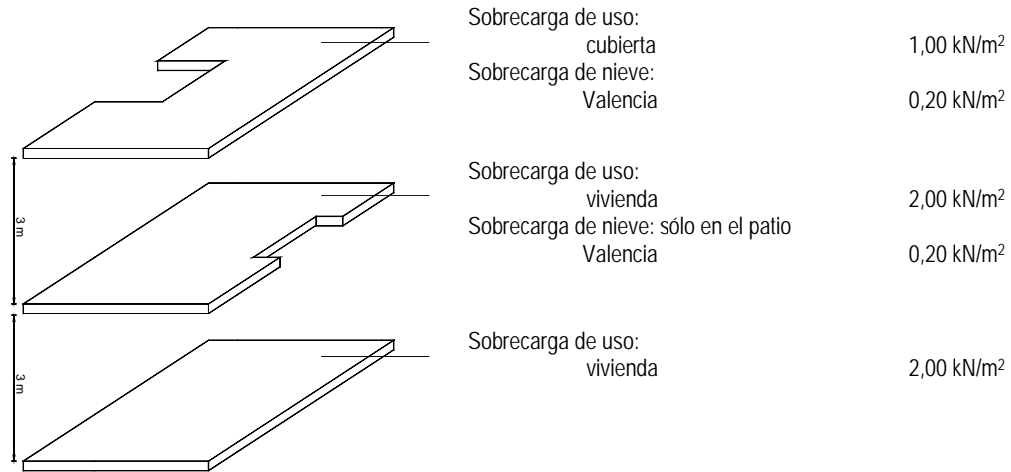


Figura 3. Sobrecargas verticales en cada uno de los forjados

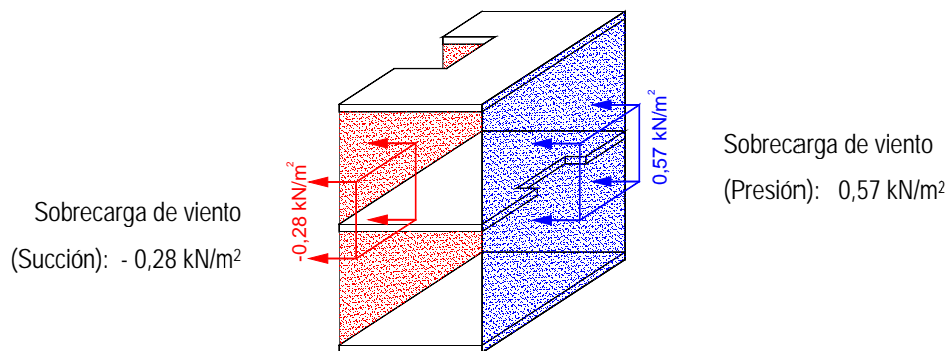


Figura 4. Sobrecargas horizontales en cada uno de los forjados

4.3 Pórticos

4.3.1 Ámbitos de carga y cálculo de las cargas lineales permanentes.

Las cargas superficiales se transforman en cargas lineales multiplicándolas por su ámbito de carga. El ámbito de carga de cada una de las vigas de los distintos forjados se representa en la figura 5.

Siendo iguales los pórticos 1 y 4, y los pórticos 2 y 3, la carga lineal correspondiente al peso propio, para cada una de las vigas, se calcula en la tabla 1 y en la tabla 2.

¹ Nota: La carga de viento sobre las medianeras se debe tener en cuenta en el cálculo de la estructura, ya que la norma establece que se deben considerar todas las situaciones posibles a lo largo de la vida útil del edificio, incluido el periodo de ejecución, no siendo improbable que los edificios contiguos se construyan más tarde, o desaparezcan antes. Se ha considerado que la vivienda está situada en un ambiente urbano, y se ha tenido en cuenta, con objeto de simplificar, una única dirección de viento.

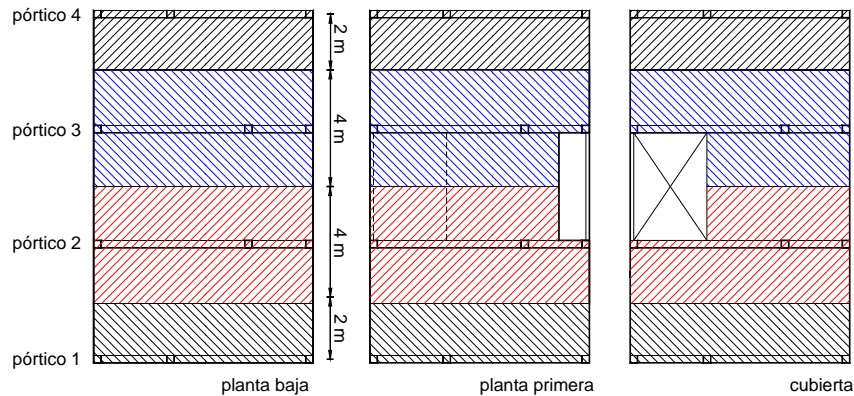


Figura 5. Ámbitos de carga para pórticos

PÓRTICOS 1 Y 4			
	carga superficial	ámbito de carga	carga lineal
forjado de cubierta	6,15 kN/m ²	2.00 m	$6,15 \cdot 2,00 = 12,30$ kN/m
cargas permanentes	6,15 kN/m ²	2.00 m	
forjado planta primera	4,95 kN/m ²	2.00 m	$4,95 \cdot 2,00 = 9,90$ kN/m
cargas permanentes	4,95 kN/m ²	2.00 m	
forjado planta baja	4,80 kN/m ²	2.00 m	$4,80 \cdot 2,00 = 9,60$ kN/m
cargas permanentes	4,80 kN/m ²	2.00 m	

Tabla 1. Carga lineal en las vigas de los pórticos 1 y 4, de origen permanente.

PÓRTICOS 2 Y 3			
	carga superficial	ámbito de carga*	carga lineal
forjado de cubierta	6,15 kN/m ²	4.00 m	$6,15 \cdot 4,00 = 24,60$ kN/m
cargas permanentes	6,15 kN/m ²	4.00 m	
forjado planta primera	4,95 kN/m ²	4.00 m	$4,95 \cdot 4,00 = 19,80$ kN/m
cargas permanentes	4,95 kN/m ²	4.00 m	
forjado planta baja	4,80 kN/m ²	4.00 m	$4,80 \cdot 4,00 = 19,20$ kN/m
cargas permanentes	4,80 kN/m ²	4.00 m	

* En la mayor parte de la superficie, el ámbito de carga es 4 metros, salvo en el tramo de viga en el que apoya la escalera y el que cierra el patio.

Tabla 2. Carga lineal en las vigas de los pórticos 2 y 3, de origen permanente

El peso propio de las fachadas está gravitando sobre los pórticos 1 y 4, de modo que habrá que añadir una carga permanente, cuyo valor se obtiene en el DB-SE AE, siendo igual a 7 kN/m.

En la planta primera, las fachadas que limitan al patio están gravitando sobre los pórticos 2 y 3. La carga transmitida también es de 7 kN/m.

Finalmente, la escalera transmite a cada una de las vigas en las que apoya la carga lineal calculada en la tabla 3.

Escalera	carga	L / 2	
cargas permanentes	4,95 kN/m ²	2,5 m	$4,95 \cdot 2,5 = 12,37$ kN/m

Se ha considerado que el peso del peldañado es de 1,00 kN/m² y el del pavimento 0,80 kN/m².
En la cara inferior se ha aplicado un enlucido de yeso que pesa 0,15 kN/m². Total 4,95 kN/m².

Tabla 3. Carga lineal equivalente al peso propio de la escalera.

4.3.2 Representación de las cargas lineales correspondientes a las cargas permanentes superficiales

Las cargas lineales correspondientes a las cargas permanentes se representan en la figura 6 para los pórticos 1 y 4, en la figura 7 para el pórtico 2 y en la figura 8 para el pórtico 3.

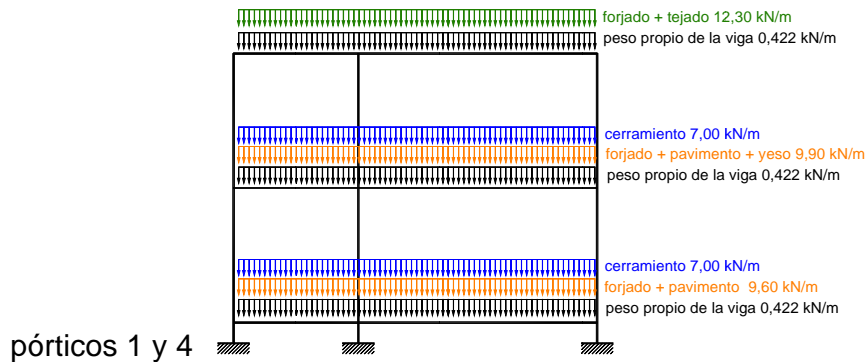


Figura 6. Cargas lineales correspondientes a las cargas permanentes en los pórticos 1 y 4

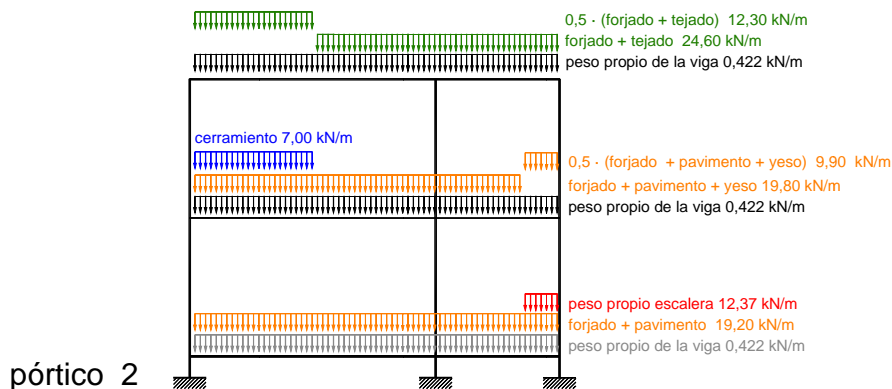


Figura 7. Cargas lineales correspondientes a las cargas permanentes en el pórtico 2

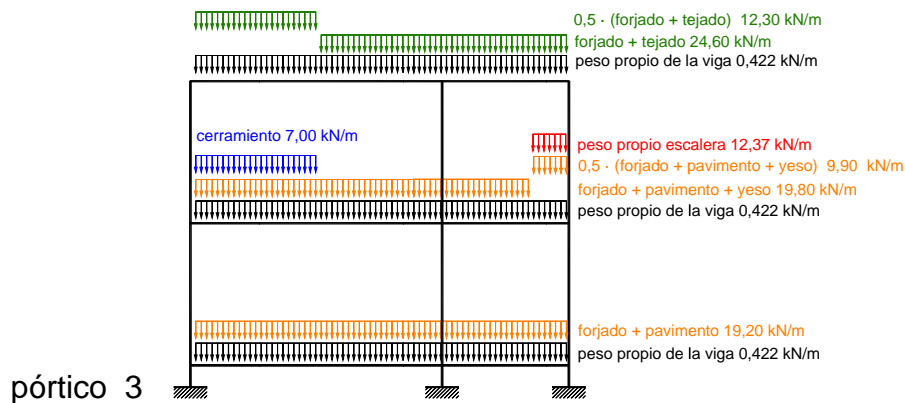


Figura 8. Cargas lineales correspondientes a las cargas permanentes en el pórtico 3

4.3.3 Evaluación y representación de las cargas puntuales correspondientes a las cargas permanentes lineales.

Se trata del peso propio de las medianeras y el de los cerramientos perpendiculares a los pórticos. Dicho peso supone una carga puntual en cada uno de los pórticos en los que se apoya el forjado sobre el que están contruidos.

Las medianeras están formadas por un tabique de 9 cm de espesor que equivale, según el DB-SE AE a $3,00 \text{ kN/m}$. Los cerramientos de los patios, perpendiculares a los pórticos, están formados por una hoja de albañilería exterior y un tabique interior, de grueso total inferior a 25 cm que equivale a $7,00 \text{ kN/m}$. En la figura siguiente se representa la posición de cada uno de estos tabiques, y su ámbito de carga.

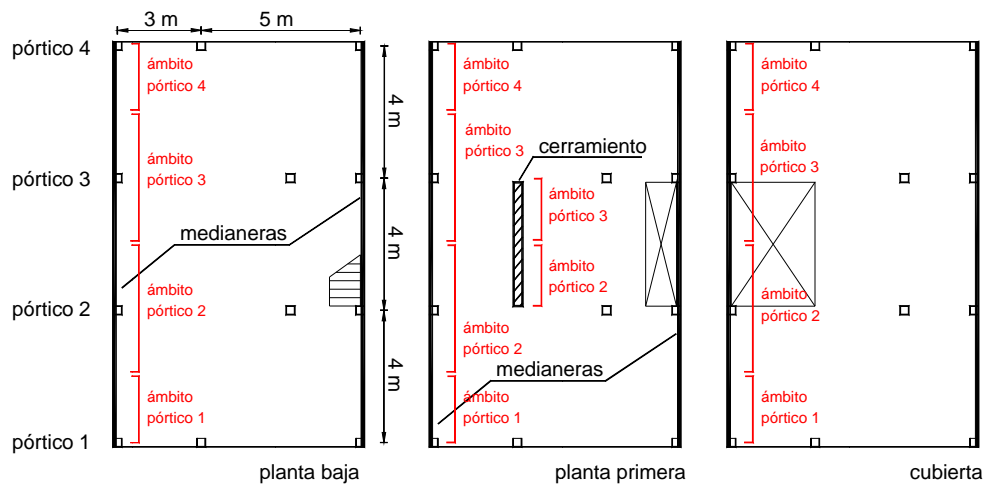


Figura 9. Ámbitos de carga de medianeras y cerramientos

El valor de la carga puntual para cada uno de los pórticos se calcula en la tabla 4 y se representan en la figura 10.

PÓRTICOS 1 y 4 medianeras	carga lineal $3,00 \text{ kN/m}$	ámbito de carga 2 m	carga puntual $3,00 \cdot 2 = 6,00 \text{ kN}$
PÓRTICOS 2 y 3 medianeras	carga lineal $3,00 \text{ kN/m}$	ámbito de carga 4 m	carga puntual $3,00 \cdot 4 = 12,00 \text{ kN}$
fachada del patio	$7,00 \text{ kN/m}$	2 m	$7,00 \cdot 2 = 14,00 \text{ kN}$

Tabla 4. Carga puntual correspondiente a la tabiquería.

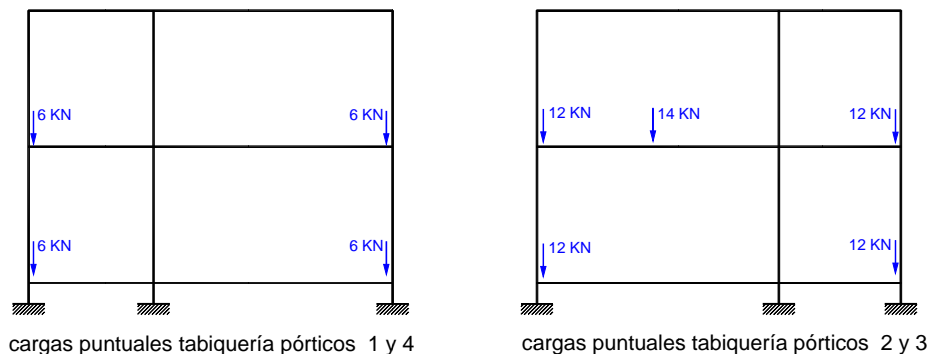


Figura 10. Cargas puntuales correspondientes al peso de medianeras y cerramientos

4.3.4 Hipótesis de cargas permanentes

En las figuras se representan los distintos esquemas de carga correspondientes a la Hipótesis de carga permanente de los 4 pórticos. Los valores se han obtenido sumando las cargas permanentes lineales calculadas en el epígrafe 4.3.2 y las cargas puntuales correspondientes a los cerramientos obtenidas en el epígrafe 4.3.4.

Nota: las cargas anteriores se pueden sumar y superponer porque tienen el mismo origen: Todas son cargas permanentes.

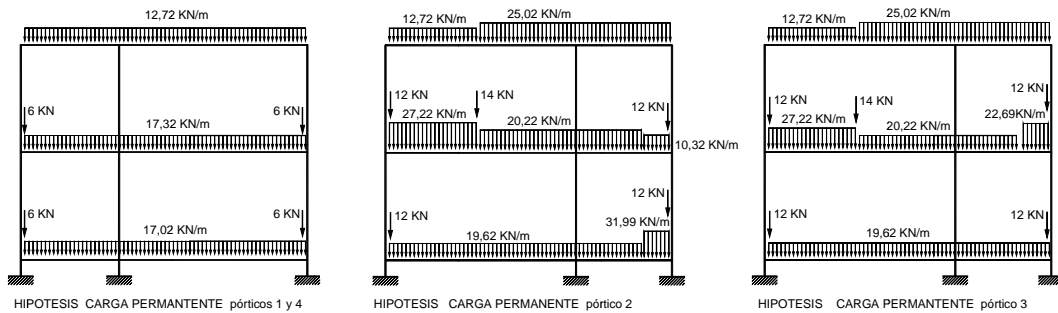


Figura 11. Hipótesis de carga permanente para los pórticos 1, 2 3 y 4

4.3.5 Evaluación de las cargas lineales correspondientes a la sobrecarga de uso superficial.

Las cargas lineales correspondientes a la sobrecarga de uso superficial se calculan considerando los ámbitos de carga de la figura 5.

Siendo iguales los pórticos 1 y 4, y los pórticos 2 y 3, la carga lineal en cada una de las vigas se calcula en la tabla 5 y en la tabla 6.

PÓRTICOS 1 Y 4			
	carga superficial	ámbito de carga	carga lineal
forjado de cubierta			
sobrecarga de uso	1,00 kN/m ²	2.00 m	1,00 · 2.00 = 2,00 kN/m
forjado planta primera			
sobrecarga de uso	2,00 kN/m ²	2.00 m	2,00 · 2.00 = 4,00 kN/m
forjado planta baja			
sobrecarga de uso	2,00 kN/m ²	2.00 m	2,00 · 2.00 = 4,00 kN/m

Tabla 5. Carga lineal correspondiente a la sobrecarga de uso en las vigas de los pórticos 1 y 4

PÓRTICOS 2 Y 3			
	carga superficial	ámbito de carga*	carga lineal
forjado de cubierta			
sobrecarga de uso	1,00 kN/m ²	4.00 m	1,00 · 4.00 = 4,00 kN/m
forjado planta primera			
sobrecarga de uso	2,00 kN/m ²	4.00 m	2,00 · 4.00 = 8,00 kN/m
forjado planta baja			
sobrecarga de uso	2,00 kN/m ²	4.00 m	2,00 · 4.00 = 8,00 kN/m

* En la mayor parte de la superficie, el ámbito de carga es 4 metros, salvo en el tramo de viga en el que apoya la escalera y el que cierra el patio.

Tabla 6. Carga lineal correspondiente a la sobrecarga de uso en las vigas de los pórticos 2 y 3

Por otro lado, la sobrecarga de uso de la escalera se transmite a cada una de las vigas en las que apoya. La carga lineal equivalente a la sobrecarga de uso de la escalera se calcula en la tabla 7.

Escalera	carga	L / 2	
sobrecarga de uso	2,00 kN/m ²	2,5 m	2,00 · 2,5 = 5,00 kN/m

Tabla 7. Carga lineal correspondiente a las sobrecarga de uso en la escalera

4.3.6 Hipótesis de sobrecargas de uso

Al no tener más sobrecarga de uso que la obtenida en la tabla 3.1 del DB-SE AE del CTE, de origen superficial, se representan las hipótesis de sobrecarga de uso para los distintos pórticos en la figura 12

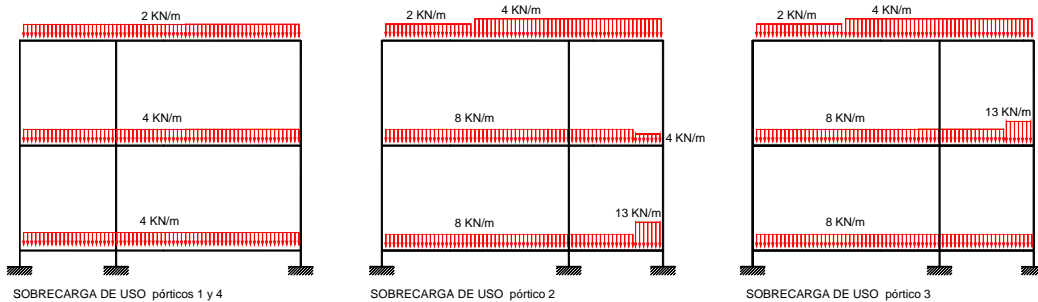


Figura 12. Hipótesis de Sobrecarga de uso para los pórticos 1, 2 3 y 4

4.3.7 Evaluación de las cargas lineales correspondientes a la sobrecarga de nieve

Las cargas lineales correspondientes a la sobrecarga nieve se calculan considerando los ámbitos de carga de la figura 5.

Siendo iguales los pórticos 1 y 4, y los pórticos 2 y 3, la carga lineal en cada una de las vigas se calcula en la tabla 8 y en la tabla 9.

PÓRTICOS 1 Y 4			
forjado de cubierta	carga superficial	ámbito de carga	carga lineal
sobrecarga de nieve	0,20 kN/m ²	2.00 m	$0,20 \cdot 2.00 = 0,40$ kN/m

Tabla 8. Carga lineal correspondiente a la sobrecarga de nieve en las vigas de los pórticos 1 y 4

PÓRTICOS 2 Y 3			
forjado de cubierta	carga superficial	ámbito de carga*	carga lineal
sobrecarga de nieve	0,2 kN/m ²	4.00 m	$0,20 \cdot 4.00 = 0,80$ kN/m
forjado planta primera (patio)			
sobrecarga de nieve	0,20 kN/m ²	2.00 m	$0,20 \cdot 2.00 = 0,40$ kN/m

Tabla 9. Carga lineal correspondiente a la sobrecarga de nieve en las vigas de los pórticos 2 y 3

4.3.8 Hipótesis de sobrecarga de nieve

Considerando la sobrecarga de nieve obtenida en el epígrafe anterior, se representan las hipótesis de sobrecarga de nieve para los distintos pórticos en la figura 13

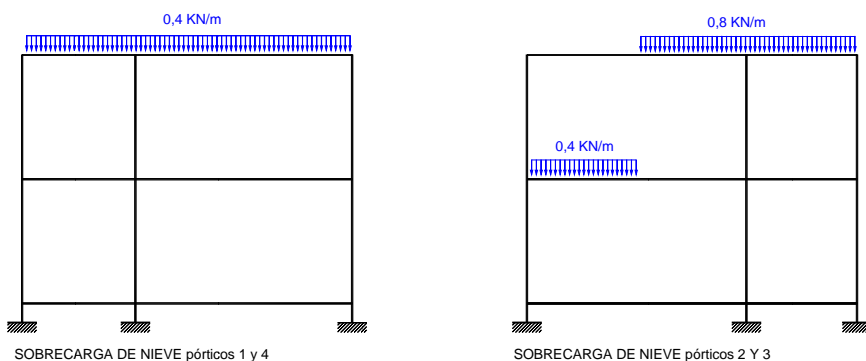


Figura 13. Hipótesis de sobrecarga de nieve para los pórticos 1, 2 3 y 4

4.3.9 Ámbitos de carga y cálculo de las cargas lineales correspondientes a la sobrecarga de viento

Las cargas superficiales de viento se transforman en cargas lineales multiplicándolas por su ámbito de carga. El ámbito de carga correspondiente a cada uno de los soportes que conforman los pórticos se representa en la figura 14.

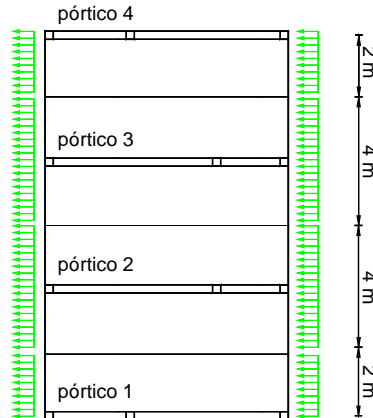


Figura 14. Vista en planta de los ámbitos de carga para la sobrecarga de viento en pórticos

Siendo iguales los pórticos 1 y 4, y los pórticos 2 y 3, la carga lineal correspondiente a la sobrecarga de viento, para cada una de las vigas se calcula en la tabla 10.

PÓRTICOS 1 y 4	carga superficial	ámbito de carga	carga lineal
presión	0,57 kN/m ²	2 m	$0,57 \cdot 2 = 1,14$ kN/m
succión	-0,28 kN/m ²	2 m	$0,28 \cdot 2 = 0,56$ kN/m
PÓRTICOS 2 y 3	carga superficial	ámbito de carga	carga lineal
presión	0,57 kN/m ²	4 m	$0,57 \cdot 4 = 2,28$ kN/m
succión	-0,28 kN/m ²	4 m	$0,28 \cdot 4 = 1,12$ kN/m

Tabla 10. Carga lineal correspondiente a la sobrecarga de viento

4.3.10 Hipótesis de sobrecarga de viento

Habiendo considerado, con objeto de simplificar el problema, una única dirección del viento, se obtiene una única hipótesis de sobrecarga de viento, cuyos valores corresponden a los obtenidos en el epígrafe anterior.

La hipótesis de sobrecarga de viento se representa, para los distintos pórticos, en la figura 15.

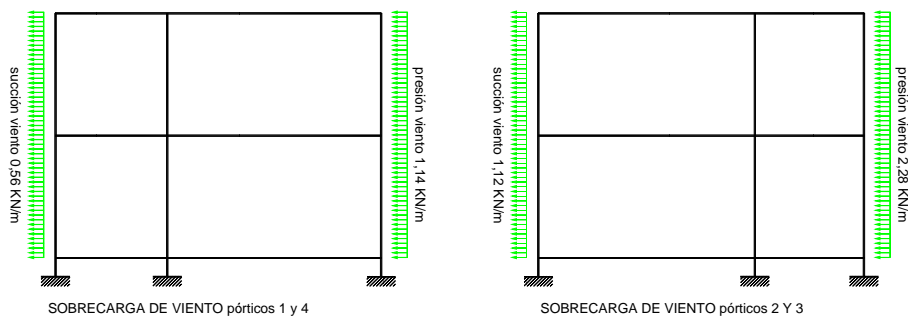


Figura 15. Hipótesis de carga de viento correspondiente a los pórticos 1,2,3 y 4

5 Conclusiones

- A lo largo de este documento se han representado los ámbitos de carga, correspondientes a los distintos pórticos, para las cargas gravitatorias superficiales y puntuales además de para las cargas horizontales de viento.
- Se han transformado las cargas superficiales de distinto origen en cargas lineales y las cargas lineales correspondientes al peso de los cerramientos y medianeras (cargas permanentes) en cargas puntuales.
- Se han aplicado las cargas lineales y puntuales obtenidas a los elementos estructurales correspondientes.
- Se han sumado todas las cargas del mismo origen con objeto de obtener las distintas hipótesis de carga: permanente, sobrecarga de uso, sobrecarga de nieve y sobrecarga de viento para cada uno de los 4 pórticos.
- Se han representado las hipótesis de carga permanente, de sobrecarga de uso, de sobrecarga de nieve y sobrecarga de viento para cada uno de los 4 pórticos en las figuras 11, 12, 13 y 15 Respectivamente.

Finalmente, y con objeto de consolidar los conceptos aprendidos, el alumno debe contestar a las siguientes cuestiones:

1. ¿El aumento de la distancia entre pórticos influye en las cargas que soporta cada uno? ¿Y el aumento de la altura entre plantas?
2. ¿Es posible sumar directamente todas las cargas variables?

6 Bibliografía

6.1 Normativa:

[1] DB-SE AE "Documento Básico Seguridad Estructural, Acciones en Edificación" del Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento. 2006.

<http://www.codigotecnico.org/web/>

7 Solución al ejercicio propuesto

1. Dado que el ámbito de carga depende de la distancia entre pórticos, si aumenta ésta, también aumentará la carga lineal correspondiente a las cuatro hipótesis de cargas para cada uno de los pórticos
2. Sólo es posible sumar directamente las cargas que tienen el mismo origen. Las sobrecargas de uso, nieve y viento son todas cargas variables, pero son de distinto origen, por lo que no pueden sumarse directamente.
3. No es posible despreciar la carga de viento sobre las medianeras cuando los edificios colindantes se construyen antes que el edificio objeto de análisis, ya que puede ocurrir que dichos edificios desaparezcan durante la vida útil del edificio cuya estructura se está calculando.