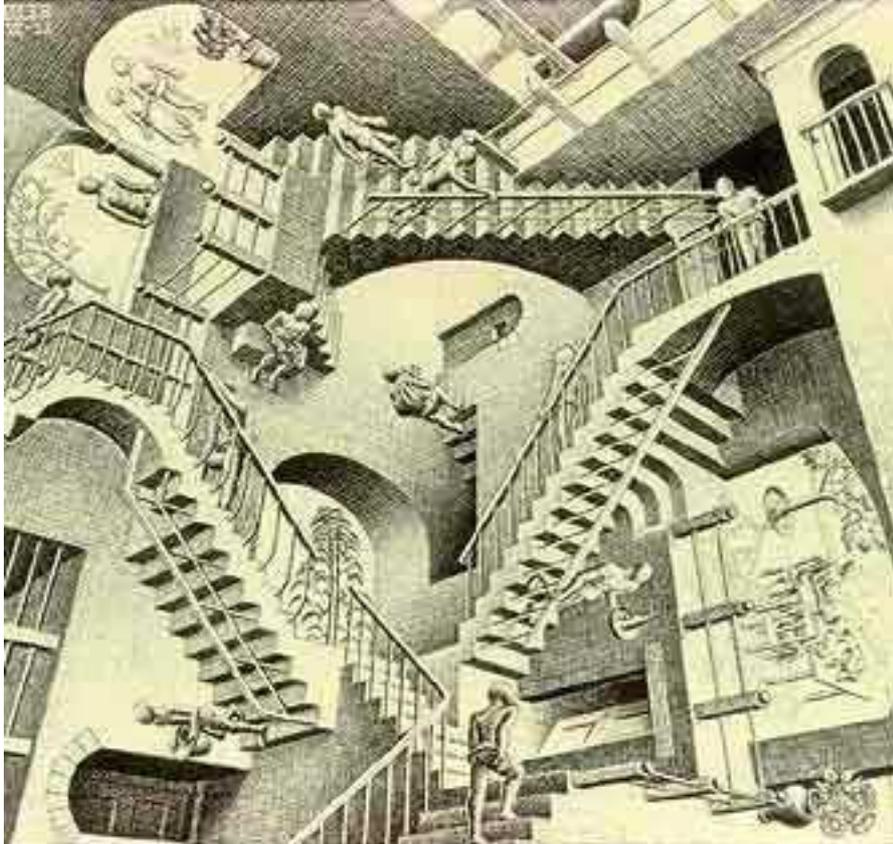


ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO



Fuente: www.vitadelia.com

Una escalera es uno de los recursos arquitectónicos que, con más frecuencia, se utiliza para comunicar espacios situados en diferentes planos.

Breve reseña histórica

La escalera nació antes que los volúmenes provistos de varias plantas.

Primeramente, en forma de peldaños esculpidos sobre un madero, que se colocaba para ascender a cabañas próximas a los cauces de los ríos.

Más tarde, aparecieron los peldaños de madera atados a parantes verticales.

Las escaleras más antiguas, pertenecientes al pueblo Babilonio, hacia 4000 a.C., eran de piedra o ladrillos y se encontraban en el exterior de los edificios en forma de rampa, colocadas para poder subir.

Las escaleras, hoy

La continua evolución de la Arquitectura y la Construcción, de la mano de la Ingeniería, han propiciado que, modernamente, casi cualquier espacio pueda conectarse a través de una escalera, que puede adoptar las formas más caprichosas y ejecutarse con diversos materiales.

La piedra, el ladrillo y la madera, continúan de actualidad, pero también el hormigón armado, la estructura metálica, la chapa, el vidrio o combinaciones de todos ellos, que es una de las señas de identidad de la arquitectura moderna.



Escalera en L con zancas laterales (estructura metálica y peldaños de vidrio). Fuente: www.archiexpo.es

La sofisticación de los programas de cálculo de que hoy disponemos y los avances del Estado del Arte del Cálculo de Estructuras, han contribuido también al desarrollo de este elemento fundamental. La escalera, ya no es, por lo tanto, un elemento que deba suponerse biapoyado en uno, dos o tres tramos rectos, servidos por vigas y/o muros longitudinal o/y transversalmente dispuestos. La escalera puede ser también autoportante, de chapa plegada, provista de una elegante meseta en vuelo, sujeta por tirantes metálicos o con peldaños independientes anclados a un muro-pantalla por citar solo algunos ejemplos.



Escalera de chapa plegada. Fuente: www.is-arquitectura.es

La prefabricación ha introducido otra variante más: el desarrollo en el espacio de los tiros. En este campo, la prefabricación metálica goza de una posición privilegiada en la actualidad.



Fuente: www.decorailumina.com

Escaleras de hormigón armado

Las escaleras de hormigón armado, sin duda, merecen reseñarse aparte. Hoy en día siguen siendo las más utilizadas, porque resultan sencillas y económicas en su ejecución. Al mismo tiempo admiten gran cantidad de variantes en su desarrollo, forma y, sobre todo, en sus elementos de apoyo.

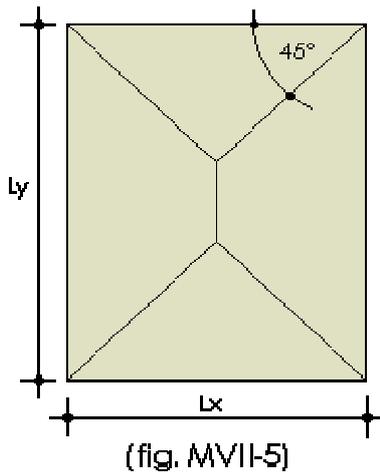


Fuente: www.soloarquitectura.com

Bases de cálculo de una escalera de hormigón armado

Una escalera plantea, en general, un cálculo diferente al de otros elementos estructurales comunes, tales como una viga o un soporte. Y esto se debe principalmente a que es un elemento tridimensional.

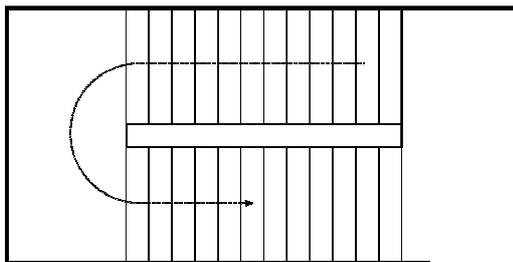
Una escalera de hormigón armado se comportará, a veces, como una losa bidireccional y además, la combinación de tramos, mesetas y sus apoyos, ofrece tantas alternativas que realmente hace que elegir la escalera adecuada sea más importante si cabe que su cálculo.



Líneas de rotura de una losa. Fuente: www.lorenzosedividor.com.ar

Del mismo modo, las escaleras, por la elevada rigidez en sus bordes, deberían ser estructuras esbeltas cuando la realidad desgraciadamente nos muestra otra cosa: morteros y contrahuellas para solucionar problemas de cotas, por ejemplo. Y es que, en general, las escaleras están sobredimensionadas porque no se aprovechan las ventajas de las condiciones de borde y porque no se confía del todo en una ejecución adecuada. Los momentos flectores en valor absoluto de una escalera confinada son muchos menores que los de un simple apoyo y confirman que su comportamiento es totalmente diferente al de otra simplemente apoyada.

Cálculo de una escalera en losa de hormigón armado de dos tramos



Fuente: www.esacademic.com

Sin duda se trata de uno de los tipos de escalera más frecuente en la edificación, por eso la vamos a emplear a modo de ejemplo.

En primer lugar, aceptaremos unas hipótesis que como común e incorrectamente se denomina “están del lado de la seguridad”. Luego, nos acercaremos a la realidad, planteando un análisis alternativo.

Vamos a suponer que nuestra que nuestra escalera está biapoyada unidireccional y longitudinalmente.

Estado de cargas

Utilizaremos el sistema M.K.S

Distinguimos las zonas:

a) Meseta

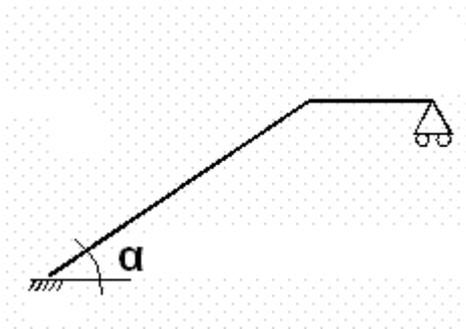
$G_m = p.p. \text{ escalera} + \text{relleno} = a(2500d + 2000e)$, con $d =$ canto total ; $e =$ espesor del relleno y $a =$ ancho del tiro .

Sobrecarga de uso S.U. = 400Kg/m²

b) Tiro

$G_t = p.p. \text{ escalera} + \text{relleno} + p.p \text{ escalones} = a(2500d + 2000(e+c/2))$, con $d =$ canto total ; $e =$ espesor del relleno , $a =$ ancho del tiro y c la contrahuella del escalón.

Sobrecarga de uso S.U. = 400Kg/m²

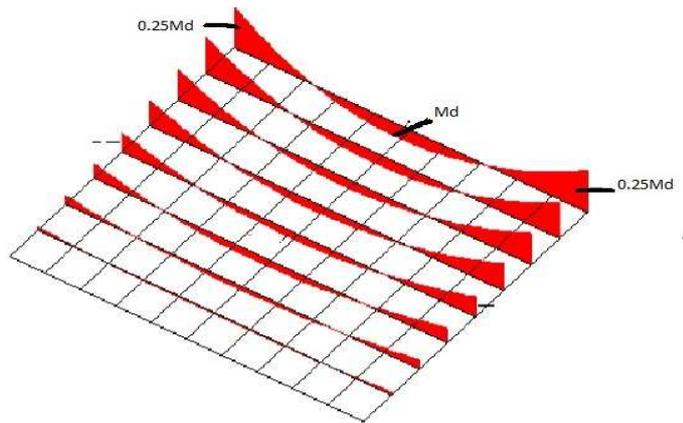


Evaluación de esfuerzos

Se puede demostrar que, si α es el ángulo del tiro con la horizontal y l la proyección horizontal del tiro y meseta de un tramo de nuestra escalera, a el momento total, añadiendo la sobrecarga de uso será $M = 1/8(p+q)l^2$

Así, y pasando a valores de cálculo, los resultados para las dos zonas en estudio son:

$M_d = 1/8(1.35p+1.5q)l^2$, siendo 1.35 y 1.5 los coeficientes parciales de seguridad de las acciones, según art.8 EHE.



Los esfuerzos cortantes en apoyos sí dependerán del ángulo α , $V=0.5gl\cos\alpha$. De igual modo, en el plano del tiro de la escalera, aparece una componente horizontal de valor absoluto $H=gl\sin\alpha$, haciendo que una mitad del tramo trabaje a tracción y la otra a compresión, aunque estos últimos esfuerzos resultan despreciables en la mayoría de los casos.

Igualmente, y aunque hemos considerado que la escalera se comporta como biapoyada unidireccionalmente, los extremos se diseñan con una armadura superior capaz de equilibrar $0.25Md$

Determinación de las secciones de acero en la losa a E.L.U. tensiones normales

Se calculan los siguientes tres valores:

1.- Determinamos las secciones de acero por cálculo, superior e inferior, distribuidas longitudinalmente, siguiendo el anejo 8 de EHE o mediante los ábacos correspondientes disponibles en la referencia 1 de la bibliografía, $A_{sd,sup}$ y $A_{sd,inf}$.

2.- Determinamos la cuantía mínima geométrica, $A_{min,geom}=1.8/100$ de la sección bruta de hormigón armado repartida en las dos caras.

3.- La cuantía mínima mecánica, que pretende evitar la rotura frágil del elemento, siempre referida a la cara traccionada $A_{smin,mecan}=\text{coeficiente} \times A_{sd,sup}$ ó inf , siendo este coeficiente $=1.5-12.5A_{sd} \times f_{yd}/A_c \times f_{cd}$

Se arma cada cara con el valor más restrictivo de los tres. Suele resultar con las hipótesis adoptadas, que la losa termina armándose con la cuantía de cálculo en su armadura longitudinal inferior y con la cuantía mecánica mínima o la geométrica mínima en la superior.

Por otro lado, se acepta normalmente en estos casos emplear como armadura transversal de reparto un valor equivalente al 25% de la principal o la cuantía mínima geométrica.

Determinación de las secciones a E.L.U. cortante

Se puede realizar la comprobación a compresión oblicua del alma y tracción según art. 44 EHE, aunque por normal general no precisa de armadura transversal a cortante.

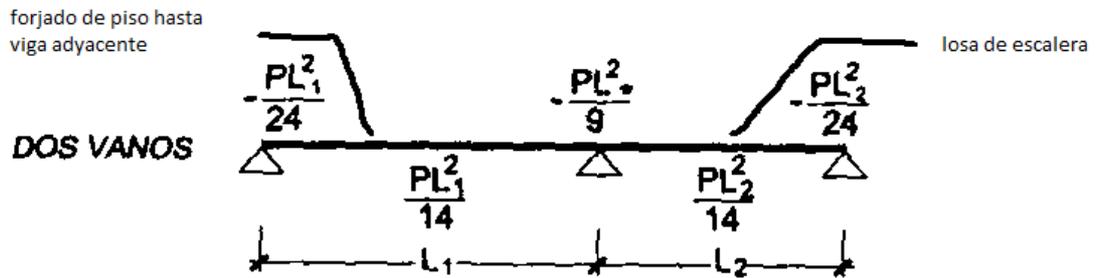
Determinación de las secciones de acero en la losa a E.L.S. deformaciones

Cumpliendo los criterios de la restrictiva tabla 50.2.2.1, EHE, se permite obviar esta comprobación. Por lo general (salvo grandes luces de cálculo) , quedaremos muy próximos a cumplir con el canto mínimo necesario y siempre pueden añadirse a este razonamiento factores como que las cuantías empleadas son superiores a la estricta, la ausencia de tabiquería, las coacciones que al giro se imponen realmente sobre la losa, etc...

Aproximación realista al cálculo de una escalera en losa de hormigón armado de los tramos

En la mayoría de los casos, resulta que al menos uno de los apoyos de cada tramo de la escalera tendrá continuidad con los forjados de piso. Cuando es así, el conjunto forjado-escalera puede calcularse como un forjado con las variantes vistas para escaleras, pero con los métodos de cálculo que se estudian para forjados unidireccionales.

El código A.C.I. permite calcular para el caso de forjados continuos cuya luz no difiera en más del 20% y cargas uniformes, los esfuerzos producidos en la escalera con luz de cálculo L_2 , que son los que muestra la figura.



La ley de momentos puede considerarse entonces, como la de la figura, siendo L^* la semisuma de luces.

La propia Guía de Aplicación EHE cita que: “el apoyo de los tiros o losas de escalera, puede ser tal que exista cierta continuidad con el propio forjado, lo que debe tenerse en cuenta a la hora de modelizar el esquema resistente”.

El resultado de aplicar esta formulación sería el de una reducción de cantos y/o armado a flexión, por una redistribución de esfuerzos más cercano a la realidad que el comúnmente aceptado.

Bibliografía:

1. Hormigón Armado de Jiménez Montoya. Editorial GG
2. Losas. Raúl Bernal. Editorial Nobuko.
3. Cálculo de estructuras de Hormigón Armado, volúmenes I y II. José Calavera. Intemac
4. Guía Aplicación EHE. Ministerio Fomento. 5.-EHE-08.Ministerio de Fomento.