

# Resumen

Las losas planas de hormigón armado consisten en una placa de hormigón continua apoyada puntualmente sobre una red de columnas. La superficie de apoyo de las columnas es pequeña en comparación con las dimensiones de la losa, lo que provoca concentraciones de esfuerzos de cortante alrededor de las columnas que pueden provocar la rotura de la conexión entre ambos elementos por punzonamiento. Este es un modo de fallo frágil y puede causar el colapso progresivo de la estructura. Las primeras aplicaciones de esta tipología estructural datan de la década de 1900, cuando varias soluciones estructurales fueron desarrolladas, como por ejemplo las patentes de Turner o Maillart. Ambos identificaron estas concentraciones de esfuerzos como punto crítico del diseño, poniendo en peligro la integridad estructural de una losa, e introdujeron capiteles en las columnas para incrementar la superficie de apoyo. Actualmente, el punzonamiento se combate comúnmente introduciendo armadura transversal en la losa. En este contexto, esta tesis trata sobre el incremento de la resistencia de losas planas de hormigón en columnas interiores y de borde (conformando el perímetro del edificio) mediante el uso de armadura convencional de punzonamiento o de fibras metálicas.

La primera parte de la tesis examina la resistencia al punzonamiento en columnas de borde con y sin armadura de punzonamiento. En ella se presentan los resultados de una campaña experimental compuesta de dos ensayos con continuidad de momentos en la dirección de la excentricidad de la carga. Las losas se instrumentaron con técnicas refinadas para monitorizar la fisuración interna de las losas y la activación de la armadura de flexión y de punzonamiento. Estas mediciones ayudaron a comprender el proceso de propagación de la rotura desde la cara interior de la columna hacia la superficie libre de la losa. Además, los diferentes mecanismos de transferencia de cortante han sido cuantificados, así como su contribución relativa a la resistencia de la losa.

La segunda parte de la tesis investiga la resistencia máxima al punzonamiento de losas con armadura transversal en columnas interiores. Basándose en los principios de la Teoría de la Fisura Crítica (Critical Shear Crack Theory), se propone un modelo mecánico refinado para evaluar la resistencia de una losa mediante la integración de las tensiones desarrolladas a lo largo de la superficie de rotura (fisura crítica). Un modelo analítico simplificado se deriva a partir del modelo refinado para calcular la resistencia máxima al punzonamiento de losas con armadura transversal, que también puede ser utilizado para losas sin armadura de punzonamiento. Asimismo, se propone

una relación entre esfuerzo cortante y deformación de corte que permite considerar las redistribuciones de esfuerzos cortantes alrededor de la columna, útil en situaciones de punzonamiento no axisimétrico.

La tercera parte de la tesis analiza la contribución de las fibras a la resistencia de losas de hormigón reforzadas con fibras metálicas en función de su orientación medida en el hormigón. La orientación de las fibras se evalúa en seis losas previamente ensayadas a punzonamiento, y se propone una formulación que permite cuantificar la relación entre la orientación medida de las fibras y una distribución isotrópica. Se proponen factores de eficacia de punzonamiento y de flexión para evaluar de forma simplificada la contribución real de las fibras al comportamiento flexional y a la resistencia al punzonamiento de una losa. El modelo analítico simplificado de punzonamiento propuesto se utiliza en combinación con el "Variable Engagement Model" para evaluar la contribución de las fibras metálicas a la resistencia en las losas analizadas.

## **Palabras clave**

Punzonamiento, losa plana, Teoría de la Fisura Crítica, columna de borde, armadura de punzonamiento, Resistencia máxima al punzonamiento, modelo mecánico refinado, modelo analítico, fibras de acero, orientación de las fibras, redistribuciones de tensiones.