

DISEÑO ESTRUCTURAL II

Carrera de **Arquitectura**

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cuyo



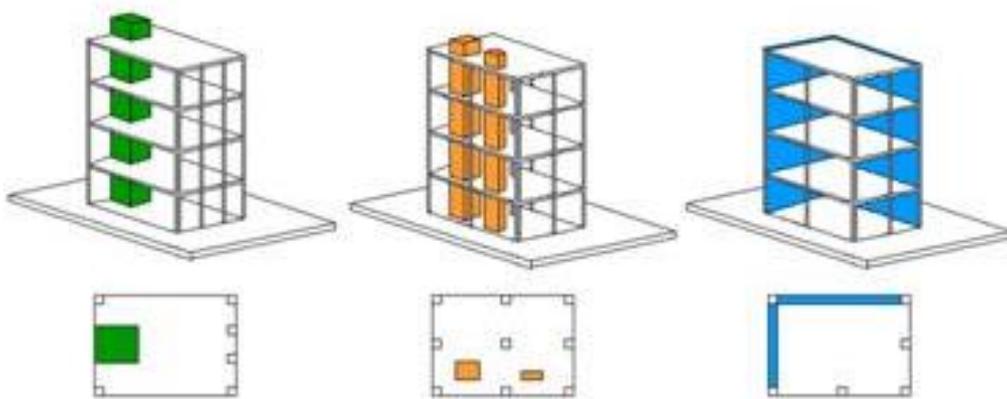
UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
INGENIERÍA

UNIDAD 5

RIGIDEZ DE ELEMENTOS - EJEMPLO DE APLICACION



Dr. Ing. Gonzalo S. Torrisi

2022

1-INTRODUCCION

En este ejemplo se plantea un caso real bastante común en ampliación de estructuras. Supongamos que existe una vivienda donde se quiere unificar dos ambientes que están divididos por un muro de mampostería encadenada. Dado que eliminar el muro conduce a una reducción de la estructura existente para tomar acciones sísmicas (y verticales) y además, modifica la distribución de rigideces en la planta, se plantea el reemplazar el muro por un pórtico de hormigón de 2 o 3 columnas para evaluar cual solución es más adecuada.

Se considera que el muro de mampostería es de 17cm de espesor y 7.0m de largo. La altura es de 2.80m y se evalúa que el modulo de elasticidad es de $E_m=1600$ MPa.

Por cuestiones arquitectónicas, la viga del pórtico a agregar no puede superar los 40cm de altura. Esto esta bien para un pórtico de 3 columnas, pero una viga de 40cm en 7.00m de longitud da una relación de $700/40=17.5$, mucho mayor que el limite admisible por reglamento. Se resuelve entonces que en el pórtico de 3 columnas la viga no pasará de 40 cm de altura y en el pórtico de 2 columnas la viga tendrá 50cm de altura (dando como relación $700/50=14$, dentro de los limites). Se toma el modulo de elasticidad del hormigón como $4700(f'c)^{0.5}$, que para un hormigón H25 da 23500 MPa.

A los efectos prácticos se considerará el calculo de la rigidez sin considerar la fisuración de los elementos, para realizar la comparación en forma más simple.

2-SOLUCIONES POSIBLES

- a) Evaluación de la rigidez del muro de mampostería existente.

La rigidez se evalúa como

$$K_m = \frac{3E_m I}{H^3 \left[1 + 0.75 \left(\frac{L}{H} \right)^2 \right]}$$

Calculando el momento de inercia J como $J=eL^3/12 = 0.17m \times (7.0 m)^3 / 12 = 4.86 m^4$, la rigidez toma el valor de

$$K_m=186813 \text{ kN/m}$$

- b) Considerando un pórtico de 2 columnas, empotrado en la base, la ecuación para el calculo de rigidez es directa.

$$K_p = \frac{12EJ_c}{h^3} \left(\frac{1 + 6\beta}{2 + 3\beta} \right)$$

con

$$\beta = k_v/k_c, \quad k_v = J_v/L, \quad k_c = J_c/h$$

El momento de inercia de la viga es conocido ya que su altura es de 50cm y adoptamos ancho de 20cm.

$$J_v=2.08333e-3 \text{ m}^4 \quad k_v=2.97619047e-4 \text{ m}^3$$

Se desconoce el valor de rigidez de la columna, por lo que en primera instancia hay que suponer algún valor.

Adoptamos en principio columna de 0.25x1.00 m, lo que da $J_c=0.0208333 \text{ m}^4$ y $k_c=7.44047619 \text{ e-}3 \text{ m}^3$

Esto conduce a $b=0.04$, que lleva a una rigidez de $K_p=55437.5 \text{ kN/m}$, valor muy bajo respecto al necesario. Se agranda la columna a 0.25x1.05m y se repiten los cálculos

$J_c=0.02411 \text{ m}^4$, $k_c=0.0086 \text{ m}^3$, $b=0.03455$, $K_p=177807 \text{ kN/m}$ Similar al valor necesario.

- c) Considerando ahora 3 columnas y haciendo uso en primer lugar de la formula completa para la rigidez...

Adoptamos la viga de 20x40cm, $J=1.0667\text{e-}3 \text{ m}^4$, y para $L=2.3333\text{m}$ $k_v=4.571\text{e-}4 \text{ m}^3$

La rigidez de cada columna debería ser: $K_{ci}=K_m/3 = 62271 \text{ kN/m}$. Si se considera un ancho de 25cm y adoptando un canto de 95cm, queda:

$J_c=0.01796198 \text{ m}^4$, $k_c=6.379\text{e-}3 \text{ m}^3$

Los factores b_i para cada nudo son: 13.95, 6.98 y 13.95 y los valores de a_i son 0.275, 0.3 y 0.275

Esto conduce a una rigidez de $K_p=195511 \text{ kN/m}$, similar a la necesaria.

- d) Se plantea alternativamente el colocar un tabique aislado, con una viga solo a cargas verticales y una columna a cargas verticales. Las dimensiones del tabique, igualando al a rigidez del muro, serian, adoptando que el factor de corte es despreciable en primer momento:

$3EI/h^3=186813 \text{ kN/m}$ y despejando I , queda $J=0.05817 \text{ m}^4$.

Adoptando un tabique de 20cm de espesor, su longitud seria: $L=1.52\text{m}$.

Adopto $L=1.60\text{m}$ y calculando la rigidez real da $K_t=176112 \text{ kN/m}$, similar a lo necesario

3-CONCLUSIONES

En resumen, las alternativas serian:

Pórtico de 2 columnas y 1 vano, con columnas de 0.25x1.05m y viga de 0.20x0.50m

Pórtico de 3 columnas y 2 vanos, con columnas de 0.25x0.95m y vigas de 0.20x0.40m

Tabique de 0.20x1.60m (La viga y columna a cargas verticales se desprecian, pero podrían ser una viga de 0.20x0.45 y columna de 0.20x0.20)

Los volúmenes de hormigón involucrados en cada caso son (no se computa la fundación que puede ser muy distinta en todos los casos):

$V1=1.97\text{m}^3$

$V2=2.33 \text{ m}^3$

$V3=1.49 \text{ m}^3$

Queda al alumno evaluar las fundaciones y otras soluciones posibles.