CONCURSO DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN 2022 SEMANA DE LA MADERA

# Modelación edificaciones de entramado ligero con sistema marco-plataforma en ETABS

El proyecto trata sobre la modelación de muros de madera con sistema estructural marco plataforma. Consistió en estudiar formas de modelar muros de corte en el programa computacional de elementos finitos ETABS, con el objetivo de validar el uso de propiedades equivalentes para modelar estos muros en edificios de mediana altura.

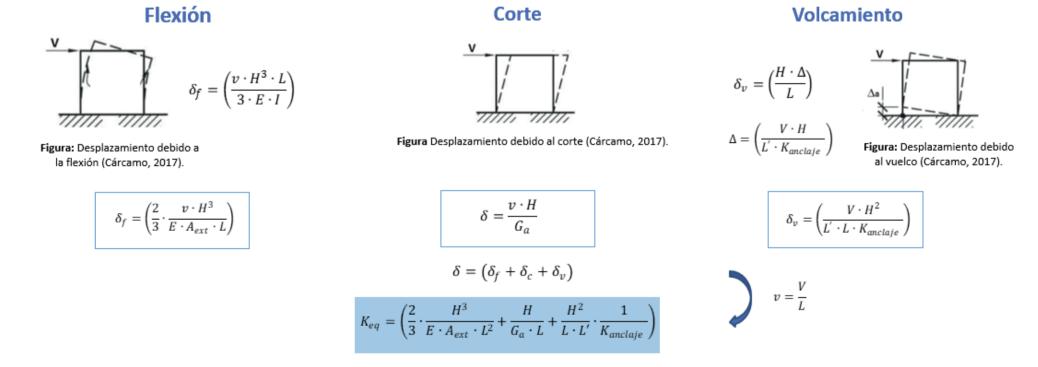
### Muros de entramado ligero

Los muros de corte se componen de marcos de madera aserrada que se arriostran lateralmente con tableros unidos con clavos. En la diapositiva se puede apreciar un esquema de su composición.

Su espesor es pequeño en relación con sus otras dimensiones. Forman diafragmas verticales, dado que resisten solicitaciones de cizalle y limita las deformaciones. Se componen principalmente por tableros, pies derechos, soleras, clavos y anclajes.

Los muros pueden tener uno o dos tableros. Hay distintos tipos de tableros con diferentes espesores, siendo uno de los más usados el OSB. Los pies derechos y soleras son piezas de madera aserrada, generalmente con escuadrías de 2x4" o 2x6". En general los muros de entramado ligero se arman con al menos dos soleras. Los pies derechos varían según su número, espaciamiento y distribución. En los extremos se ubican los pies derechos de borde y dentro del muro pies derechos intermedios. Los tablero se unen a los pies derechos y soleras mediante clavos. En el diseño se debe escoger el tipo de conector a utilizar y su espaciamiento. Además, en las esquinas se utilizan anclajes. Estos pueden ser ATS o Hold-Dows.

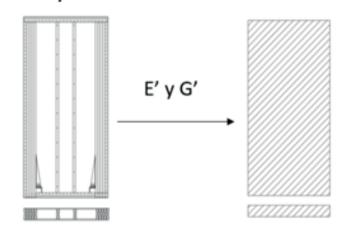
Al calcular el desplazamiento lateral del muro se consideran tres componentes: la flexión, el corte y el vuelco. El componente de flexión "proviene de suponer que el muro se deforma como una viga empotrada en un extremo y libre en el otro (en voladizo), donde la sección resistente está controlada por los PPDD de borde" (Montaño et al., 2021), este se calcula con la altura (H) y el largo (L) del muro, el módulo de elasticidad (E) y el área total ( $A_{ext}$ ) de los PPDD de borde. El segundo componente corresponde al corte y "considera la deformación de corte de los tableros arriostrantes y la deformación de la unión clavada tablero-madera" (Montaño et al., 2021). En este aparece el módulo de la rigidez de corte aparente ( $G_a$ ) el cual se puede obtener de una tabla presentada en la SPWS (American wood Council, 2015) y depende del tipo de clavo, es espaciamiento del clavado y el tablero arriostrante. El último componente corresponde al vuelco y considera el "levantamiento de la esquina inferior del muro producto de la deformación en tracción del sistema de anclaje." (Montaño et al., 2021). En este se incorpora la distancia entre uno de los anclajes y la distancia entre el anclaje traccionado y el centro de los PPDD de borde del extremo opuesto (L') y la rigidez del anclaje ( $K_{anclaje}$ ).



### Metodología propuesta por Sebastián Cárcamo

Modelo de muros marco plataforma para un programa de elementos finitos mediante elementos área (2017).

El se modela muro como un área al cual se le asigna un material isotrópico, cuyas propiedades caracterizan las rigideces del muro. Se utiliza la expresión de la rigidez equivalente de la SDPWS para calcular el módulo de elasticidad y de corte del material.



$$E' = \frac{1 \cdot 2 \cdot h}{A'} \cdot E$$

$$G' = \frac{1 \cdot 2 \cdot h}{L \cdot e} \left( \frac{8 \cdot h^3}{E \cdot A_{ext} \cdot L^2} + \frac{h}{1000 \cdot G_a \cdot L} + \frac{h^2}{K_{HD} \cdot L \cdot L'} - \frac{4 \cdot h^3}{E' \cdot L^3 \cdot e} \right)^{-1}$$

Figura: Muro de corte y área equivalente (Cárcamo, 2017).

Las propiedades A', E', y G' corresponden al módulo elástico, el área y el módulo de corte del elemento área a modelar. Primero se define el área (A') y se calcula el módulo elástico haciendo una relación entre esta y el área y módulo elástico de los PPDD que componen el muro. Luego, el módulo de corte se calcula la altura del muro (h), el largo (L) y el espesor (e) del elemento área, el área total de los PPDD de borde ( $A_{ext}$ ), el módulo elástico de los PPDD (E), el módulo de la rigidez de corte aparente ( $G_a$ ) y la rigidez del anclaje ( $K_{HD}$ ).

#### Rigidez lateral del elemento área.

$$K'_{L,eq} = \left(\frac{3E'I'}{h^3} + \frac{G'A'}{1.2 h}\right)$$

Rigidez axial del elemento área

$$K'_{A,eq} = \left(\frac{E' \cdot A'}{I}\right)$$

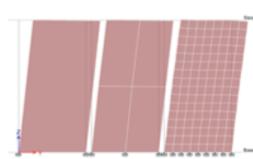


Figura: Deformación lateral muros.

## Metodología propuesta por Ignacio González

Método Simplificado para Modelación de Edificios en media altura tipo marco plataforma de Madera utilizando un programa computacional de elementos finitos (2019).

Los muros de corte se modelan en ETABS mediante elementos área a los que se aplica coeficientes de modificación a la rigidez, para que esta represente el comportamiento de un muro marco-plataforma.

Rigidez en las direcciones X e Y

$$\lambda = \frac{E' \cdot A'}{E \cdot A}$$

Rigidez por cortante

$$\psi = \frac{6 \cdot h \cdot I \cdot K_H \cdot \frac{K_v \cdot h}{E \cdot A} \cdot (1 + v)}{A \left( 3 \cdot E \cdot I \cdot \frac{K_v \cdot h}{E \cdot A} - h^3 \cdot K_H \right)}$$

Masa y peso

$$\rho = \frac{A_{TPD} \cdot \gamma_{PR} + n \cdot A_{osb} \cdot \gamma_{osb}}{A \cdot \gamma_{PR}}$$

Así, además de los parámetros mencionados en los apartados anteriores, se incluye la rigidez vertical o axial  $(K_v)$  y horizontal o lateral  $(K_H)$  del muro, la inercia (I) y el módulo de Poisson (v). En ETABS, estos coeficientes se ingresan en la opción "Shell Assignment – Stiffness Modifiers" en donde se debe ingresar  $\lambda$  en los coeficientes f11 y f22,  $\psi$  en el f12 y  $\rho$  para la masa y el peso.

LÁMINA 1 DEL EQUIPO: ING3160