

Optimización multicriterio del desempeño estructural y energético en un edificio residencial de marco-plataforma, caso de estudio Santiago y Concepción

Abstract

Las olas de calor aumentan el riesgo de sobrecalentamiento sobre todo en edificaciones ligeras tal y como son las edificaciones de madera marco plataforma.



Figura 1: Edificio marco plataforma en estructura de hormigón. Fuente: <https://www.archdaily.com/927592/putting-wood-on-a-pedestal-the-rise-of-mid-rise-podium-design>

Una posible solución para mitigar el riesgo de sobrecalentamiento es la adición de masa térmica a la estructura ligera de madera. Esta adición beneficia el comportamiento energético pero sobre carga el comportamiento estructural. El objetivo de esta investigación es desarrollar una metodología de diseño que incorpore tanto el comportamiento estructural como el energético en un edificio de madera marco mediante una optimización genética.

Se estudiarán los casos de diseño de Santiago y Concepción para diferentes número de pisos y conectores laterales.

Las soluciones óptimas muestran diferentes efectos de la zona sísmica, número de pisos, conector lateral y tipo de clima en el diseño óptimo del edificio. La integración del comportamiento estructural y energético mediante una optimización es necesaria para obtener soluciones óptimas y estructuralmente factibles.

Futuro trabajo es requerido en temas de utilización de materiales, análisis ciclo de vida y optimización multiobjetivo.

Metodología

La metodología del estudio se puede separar en cuatro secciones:

1. Modelo de comportamiento energético
 2. Modelo de comportamiento estructural
 3. Algoritmo de optimización
 4. Caso de estudio
1. Elaboración de un modelo energético con el motor de cálculo EnergyPlus mediante el software Rhino y el plugin Grasshopper. Se modelaron las cargas ideales de calefacción y enfriamiento.
 2. El desempeño sísmico fue evaluado con un análisis modal espectral y una verificación subsecuente de las solicitaciones estructurales en los muros de corte, conectores y drift del edificio. Se utilizaron dos tipos de anclajes, Hold Down (HD) y Anchor Tiedown Systems (ATS).
 3. La optimización fue realizada mediante GenOpt, un software de optimización que minimiza una función de costo evaluada por un software externo (6). Se utilizó el algoritmo de optimización genética, Particle Swarm Optimization (PSO), con Constriction Coefficient (CC) y Hooke Jeeves (HJ) con Generalized Pattern Search (GPS). Se aplicó una función de penalización para casos donde no era factible estructuralmente el edificio.
 4. Los casos de estudio seleccionados fueron Santiago y Concepción. Las ciudades se encuentran en la zona sísmica 2 y 3, con condiciones climáticas similares. Se evaluaron edificios de 4, 5 y 6 pisos.

Las variables de optimización son las siguientes:

- Porcentaje de vidrioado de los muros (%)
- Transmitancia térmica de las ventanas ($W/m^2 K$)
- SHGC (-)
- Espesor de aislante de muro (mm)
- Espesor de aislante techo (mm)
- Espesor aislante suelo (mm)
- Espesor adicional de sobrelosa de hormigón (mm)
- Tipo de aislante de muro (-)
- Espaciamiento de pies derechos (mm)



Figura 4: Perspectiva del modelo energético de 4 pisos.

Introducción

El cambio climático ha tenido múltiples consecuencias en la tierra, como temperaturas elevadas, irregularidades climáticas y un aumento de la ocurrencia de olas de calor. Por ejemplo, en 2003, las olas de calor causaron más de 15000 muertes solo en Francia (1), mientras que en el Reino Unido (Reino Unido) el número de muertos estimado fue de 2000, proyectando un aumento en el número de muertos hasta 7000 en 2050 (2). En edificios ligeros como son los de marco plataforma las olas de calor pueden generar problemas como el sobrecalentamiento de los espacios interiores. Una de las alternativas para mitigar y reducir el riesgo de sobrecalentamiento es el incrementar la masa térmica del edificio.



Figura 2: Signos de calor presente.

Una de las soluciones para mitigar los efectos del sobrecalentamiento es la adición de masa térmica en edificios ligeros. El adicionar masa térmica tiene un efecto directo en la masa sísmica del edificio, lo que en zonas sísmicas críticas como es el caso de la zona 3 de Chile, puede causar un mayor dimensionamiento de elementos e incremento de solicitaciones en los elementos estructurales del edificio.

Múltiples autores han estudiado la integración del estructural y energético de edificios mediante metodologías de optimización, (3), (4) y (5), sin considerar el comportamiento sísmico de edificios de madera marco plataforma.

Por lo tanto, existe una brecha de investigación con respecto a la integración del comportamiento estructural y energético en diferentes zonas sísmicas para edificios de madera marco plataforma.



Figura 3: Balance del comportamiento energético y estructural

El objetivo de esta investigación es desarrollar una metodología de diseño que incorpore tanto el comportamiento estructural como el energético en un edificio de madera marco plataforma de múltiples pisos y conectores laterales a través de un Algoritmo de Optimización Genética.