

MODELO DISEÑO ESQUEMÁTICO OPTIMIZADO DE EDIFICACIONES PREFABRICADAS EN MADERA

En los últimos años, se han investigado diversas estrategias que buscan aumentar la eficiencia y la productividad dentro de la industria de la construcción, (Björnfot & Stehn, 2007) así como también desarrollar sistemas constructivos más sustentables que sean amigables con el medio ambiente. Es aquí donde la madera aparece como un excelente material para abordar estos desafíos, puesto que:

- Permite sistemas constructivos prefabricados e industrializados, siendo esto una de sus principales ventajas (Santana-Sosa & Fadai, 2019).
- Estos sistemas implican beneficios como: disminución de tiempos en obra, menor cantidad de residuos en terreno, aumento de la calidad y seguridad, etc.(Gann, 2010).
- Posee una baja huella ambiental en varias etapas del ciclo de vida y su uso conlleva beneficios como la captura de carbono (Bukauskas et al., 2019).

Con el objetivo de incentivar y acercar el uso de la madera a los diseñadores, el propósito de este proyecto es desarrollar un modelo de optimización que permita obtener el diseño preliminar estructural y prefabricado de edificios de marco plataforma en madera para apoyar la toma de decisiones de los diseñadores. Para esto, la metodología de trabajo consiste, en primer lugar, en identificar los datos relevantes asociados al proceso constructivo prefabricado y a las verificaciones estructurales para proyectos de edificación en madera y que sean compatibles con flujos de trabajo BIM. En segundo lugar, desarrollar un modelo de optimización integral que permita resolver el diseño estructural de una edificación en madera bajo el sistema constructivo prefabricado.

Para incluir el diseño estructural dentro del modelo de optimización fue necesario identificar las variables estructurales de muros y losas, la implementación de un modelo estructural (gravitacional y sísmico) y finalmente, la incorporación de las verificaciones estructurales según las normativas aplicables (NCh 1198, SDPWS 2015 y NCh 433).

Por otro lado, las variables de decisión del algoritmo de optimización consisten en seleccionar la solución constructiva de muro y losa, elegir el tipo de anclaje anti-volcamiento, definir una panelización y asignar los paneles a las diferentes mesas constructivas. Para conseguir el resultado óptimo se define una función objetivo que minimiza el costo de materiales (de soluciones constructivas y anclajes) y la cantidad de paneles (de muros y losa). Es así como queda determinado el modelo de optimización, el que corresponde a un modelo de programación entera mixta no lineal (MINLP) y que para resolverse utiliza un esquema que combina un enfoque exacto de programación entera (Branch&Bound y método de descomposición) con uno aproximado basado en heurísticas de búsqueda local.

Para validar el algoritmo de optimización, se aplicó en un caso de estudio que consiste en un hotel modular de 4 pisos. Los resultados del modelo fueron representados dentro de un modelo BIM, donde la información queda incorporada en base a parámetros de tipo y de instancia. Se comprobó que todos los parámetros fueron asignados de manera correcta según su categoría. Por su parte los resultados asociados a verificaciones estructurales, fueron analizados a partir de plantillas de diseño independientes al modelo de optimización, con lo que se comprobó que el algoritmo seleccionó de manera correcta la solución constructiva de losa, dirección de envigado, muros de corte, anclajes y pies derechos de borde, al cumplir con las verificaciones normativas.

Finalmente es posible concluir lo siguiente:

1. El modelo entrega un diseño esquemático preliminar de la edificación con información relevante para apoyar la toma de decisiones. Por ejemplo, para hacer una evaluación comercial del proyecto.
2. El modelo permite generar un prediseño estructural de una edificación seleccionando soluciones constructivas que cumplen con las verificaciones de resistencia según la NCh 1198 y el SDPDWS 2015.
3. El modelo selecciona de manera adecuada los muros de corte y sus respectivos anclajes, obteniendo un drift del edificio menor al 0.002 definido en la NCh 433.
4. El modelo BIM contiene parámetros de información relevantes para el uso en prefabricación, bajo el sistema de construcción off-site en base a paneles de entramado ligero.
5. El modelo posee el potencial comercial para ser implementado en una plataforma web, en la que distintos usuarios podrán ingresar sus proyectos y evaluar la factibilidad de ejecutarlos con este sistema, cumpliendo con las normativas actuales nacionales.