

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

Resumen

Se utilizaron dos tipos de aislante: N°1 representa un aislante estándar, y N°2 representa una aislación con mayor masa térmica. El caso de HD solo fue estructuralmente factible en el caso de 4 pisos de altura.

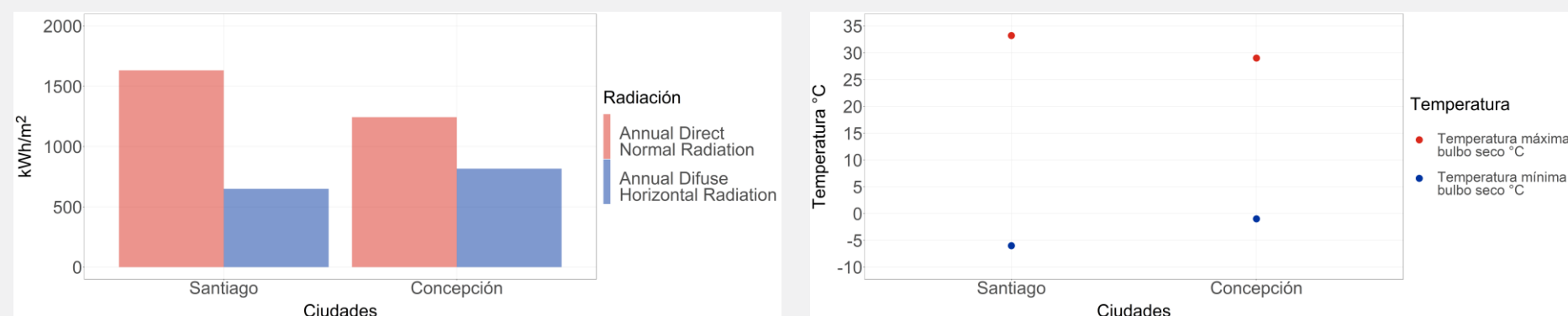


Figura 5: Radiación solar casos estudio (izquierda) y temperaturas de bulbo seco (derecha)

Para ambas ciudades el porcentaje de vidrio óptimo se mantuvieron similares con el valor mínimo de 0.3 (%), lo que generó una mayor cantidad de porcentaje de muro. A pesar de que aumentó ligeramente el peso del edificio, existe una reducción en ganancias solares y un aumento en la rigidez aportante por los muros exteriores. El espesor de techo alcanzó el valor máximo de 240 (mm) para ambas ciudades. El valor U de la ventana ($W/m^2 K$) fue de 1.7 y 1.6 para Santiago y Concepción respectivamente. El coeficiente de SHGC alcanzó el valor mínimo de 0.3 para ambas ciudades. La aislación del suelo registro un valor de 20 (mm) y 80 (mm) en Santiago y Concepción respectivamente.

El espaciamiento de pies derechos en Santiago y Concepción se redujo de 400 a 300 (mm) para resistir las cargas gravitacionales de los pisos adicionales. El óptimo de 400 (mm) en 4 pisos fue por el mejor comportamiento térmico al tener menores puentes térmicos.

El algoritmo intentó maximizar el espesor de aislante de muro como primera prioridad para luego maximizar el espesor de sobrelosa de hormigón. En algunos casos un balance fue encontrado ej: 6 pisos ATS Santiago. El tipo de aislante seleccionado fue el N°2 en la mayoría de los casos e ineficiencias en el algoritmo llevaron a seleccionar la alternativa N°1, lo que condicionó las soluciones óptimas.

En el caso de 4 pisos HD la falla que dominó el diseño fue el conector (HDF). En el caso de Santiago presentó fallas en compresión de pies derechos (CPD) y corte en el tablero de los muros (CT). Concepción por tener un mayor coeficiente sísmico se vio sometido a cargas laterales mayores, lo que definió su principal tipo de falla (CT).

Tabla 1: Soluciones óptimas Santiago

Santiago	Caso	Caso	Caso	Caso
Conector y Piso	4 Pisos HD	4 Pisos ATS	5 Pisos ATS	6 Pisos ATS
Espesor aislante muro (mm)	195	200	200	195
Sobrelosa de hormigón (mm)	30	90	100	70
Tipo de aislación de muro (-)	2	2	2	2
Espaciamiento pie derecho (mm)	400	400	300	300
Calefacción (kWh/m² año)	21.69	21.26	20.67	20.43
Enfriamiento (kWh/m² año)	19.85	19.42	20.06	20.6
Modo de falla estructural	HDF	CPD	CT	CPD

Tabla 2: Soluciones óptimas Concepción

Concepción	Caso	Caso	Caso	Caso
Conector y Piso	4 Pisos HD	4 Pisos ATS	5 Pisos ATS	6 Pisos ATS
Espesor aislante muro (mm)	168.75	200	200	200
Sobrelosa de hormigón (mm)	10	90	60	30
Tipo de aislación de muro (-)	1	2	1	2
Espaciamiento pie derecho (mm)	400	400	300	300
Calefacción (kWh/m² año)	18.58	17	17.05	18.39
Enfriamiento (kWh/m² año)	12.49	12.2	12.36	11.76
Modo de falla estructural	HDF	CT	CT	CT

Conclusiones

Las principales conclusiones del trabajo presentado son las siguientes:

- La integración del comportamiento estructural y energético mediante una optimización multiobjetivo es necesaria para un diseño óptimo temprano, donde se obtienen soluciones estructuralmente factibles.
- El aumento en el número de pisos afecta el diseño óptimo con respecto al espaciamiento de pies derechos y sobrelosa de hormigón.
- Los conectores laterales limitan el espacio de diseño debido a que generan soluciones estructurales no factibles en el caso de HD.
- La zona sísmica afecta el espacio de diseño y condiciona la falla estructural predominante.
- Futuras recomendaciones respecto a la adición de masa térmica en edificios de madera marco plataforma deben considerar parámetros estructurales tales como número de pisos, espaciamiento de pies derechos y zona sísmica de diseño.

A modo futuro es requerido realizar investigaciones en el uso de materiales tal como análisis ciclo de vida e incorporar el diseño de losa en la metodología de optimización. Además se encuentra el potencial de utilizar una optimización multi objetivo para diferenciar los objetivos estructurales y energéticos con el fin de obtener curvas de Pareto para criterios de diseño.

Bibliografía

- (1) van Loenhout, J. A. F., le Grand, A., Duijm, F., Greven, F., Vink, N. M., Hoek, G., & Zuurbier, M. (2016). The effect of high indoor temperatures on self-perceived health of elderly persons. *Environmental Research*, 146, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.012>
- (2) Bundle, N., O'Connell, E., O'Connor, N., & Bone, A. (2018). A public health needs assessment for domestic indoor overheating. *Public Health*, 161, 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2017.12.016>
- (3) Decker, S. A., Ndiaye, A., Brangeon, B., Sempey, A., Galimard, P., Pauly, M., Lagièrre, P., & Bos, F. (2014). DESIGN OF MULTI-STORY TIMBER BUILDING USING MUTLI-OBJECTIVE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION.
- (4) Felkner, J., Schwartz, J., & Chatzi, E. (2019). Framework for Balancing Structural Efficiency and Operational Energy in Tall Buildings. *Journal of Architectural Engineering*, 25(3), 1–11. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000355](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000355)
- (5) Brown, N. C., & Mueller, C. T. (2016). Design for structural and energy performance of long span buildings using geometric multi-objective optimization. *Energy and Buildings*, 127, 748–761. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.090>
- (6) Wetter, M., & Gov, M. (2016). *GenOpt manual*. <http://simulationresearch.lbl.gov>

Agradecimientos

Los autores agradecen a Sebastián Berwart y Felipe Arriagada por el desarrollo del modelo estructural. El Centro de Desarrollo Urbano Sostenible (CEDEUS) por el apoyo financiero en los softwares de simulación. Y CIM por la orientación sobre soluciones de diseño y el caso base.