

RESULTADOS PROYECTO

Resumen

La metodología de macroelemento desarrollada para diafragmas de piso se aplicó en la modelación de una edificación de 4 pisos donde la planta corresponde a la mostrada en la figura 6. A los macroelementos de cada piso se le asignó una carga lateral obtenida a partir de un análisis estático según la NCh 433 [4] y para considerar la carga gravitacional, se aplicó una sobrecarga de uso desde el piso 1 al 3, y una sobrecarga de techo en el piso 4. Respecto al peso propio del elemento, este se incorporó a través de la densidad del macroelemento.

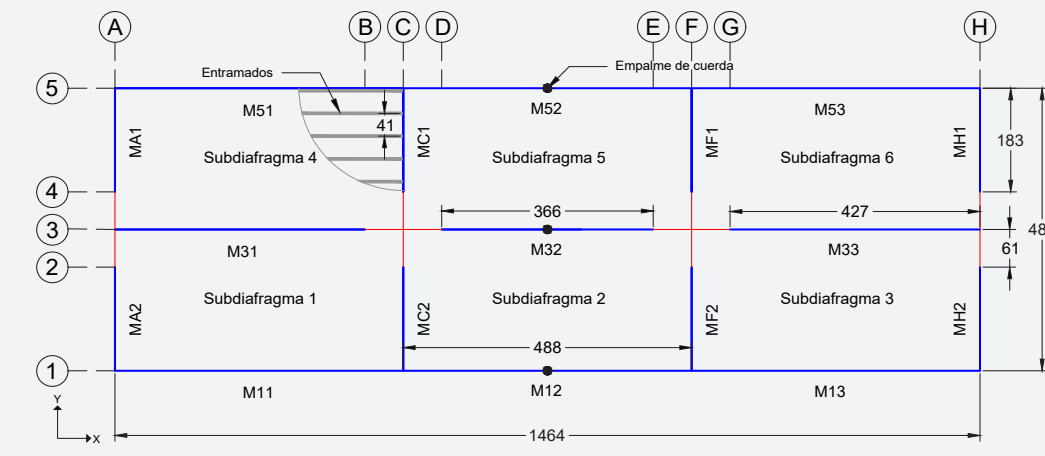


Figura 6: Planta edificación

Análisis en el plano:

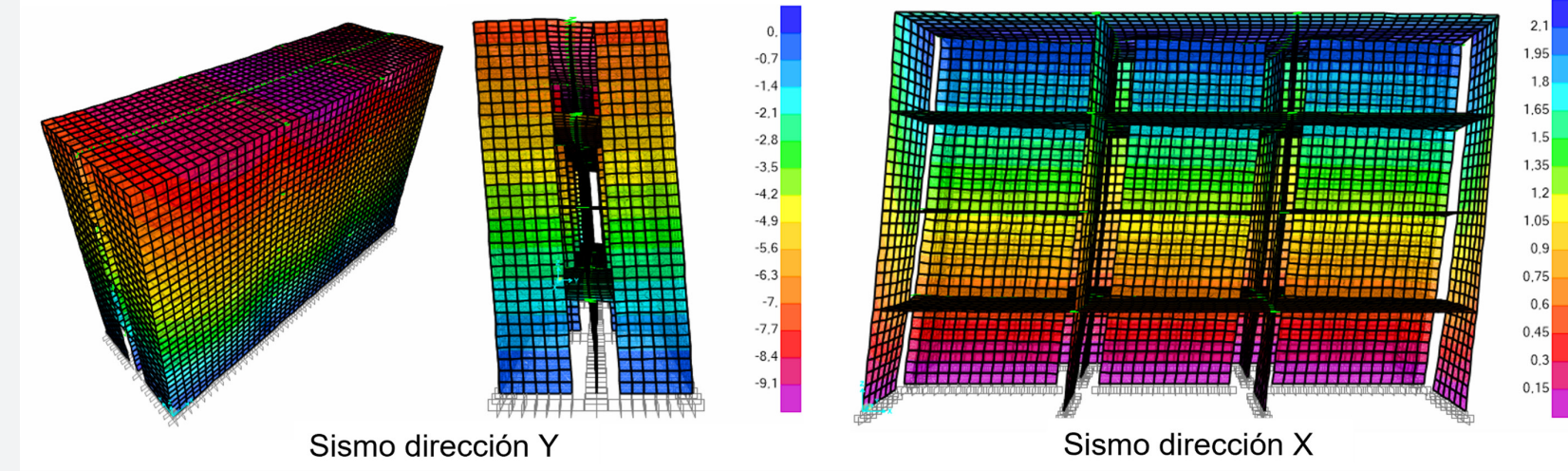


Figura 7: Deformación de edificio frente a sismo en ambas direcciones

Para el análisis en el plano, se obtuvieron las deformaciones laterales de los subdiafragmas 1 y 2 indicados en la figura 6. Estas fueron comparadas con las calculadas a partir de la ecuación de deflexión de la SDPWS, entregando los resultados mostrados en la figura 8.

Respecto a la distribución de corte que realiza el macroelemento a los muros de la edificación, en la figura 9 se muestra el análisis del muro MC1 (señalado en la figura 6). Se calcularon los valores teóricos para una distribución por área tributaria y por rigidez de los muros, con el objetivo de comparar estos valores con los arrojados en la modelación bajo una condición normal de rigidez de elementos verticales y también para una condición extrema de flexibilidad y rigidez de estos. Finalmente en la figura 10 se muestran los periodos fundamentales entregados por un análisis modal.

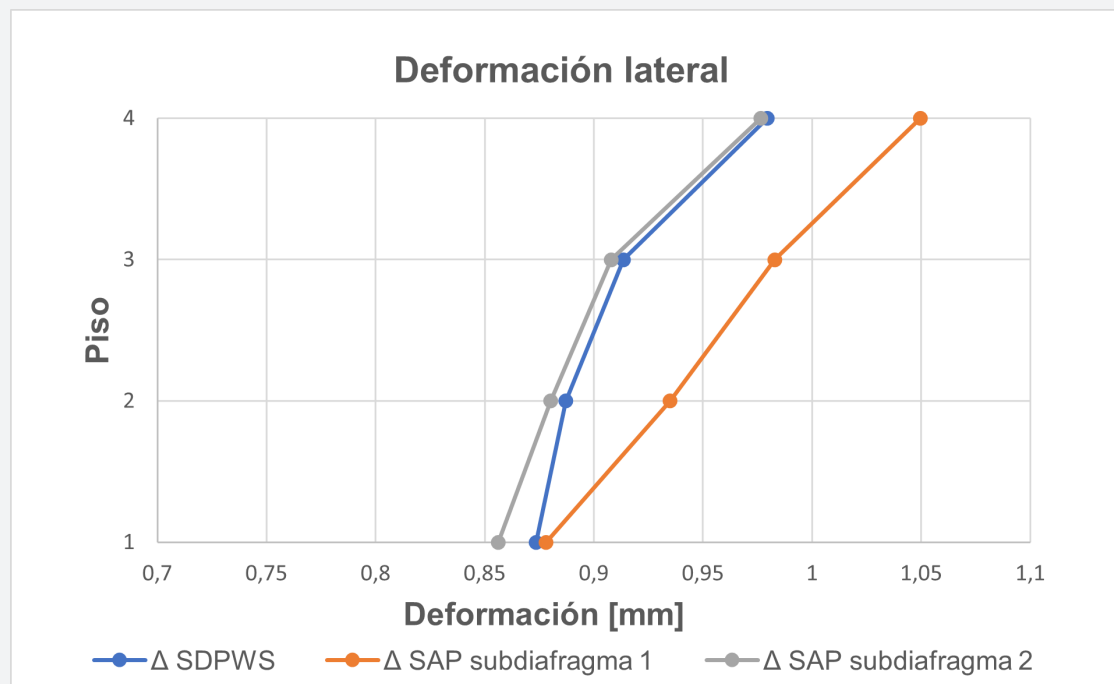


Figura 8: Deformación lateral - Sismo Y

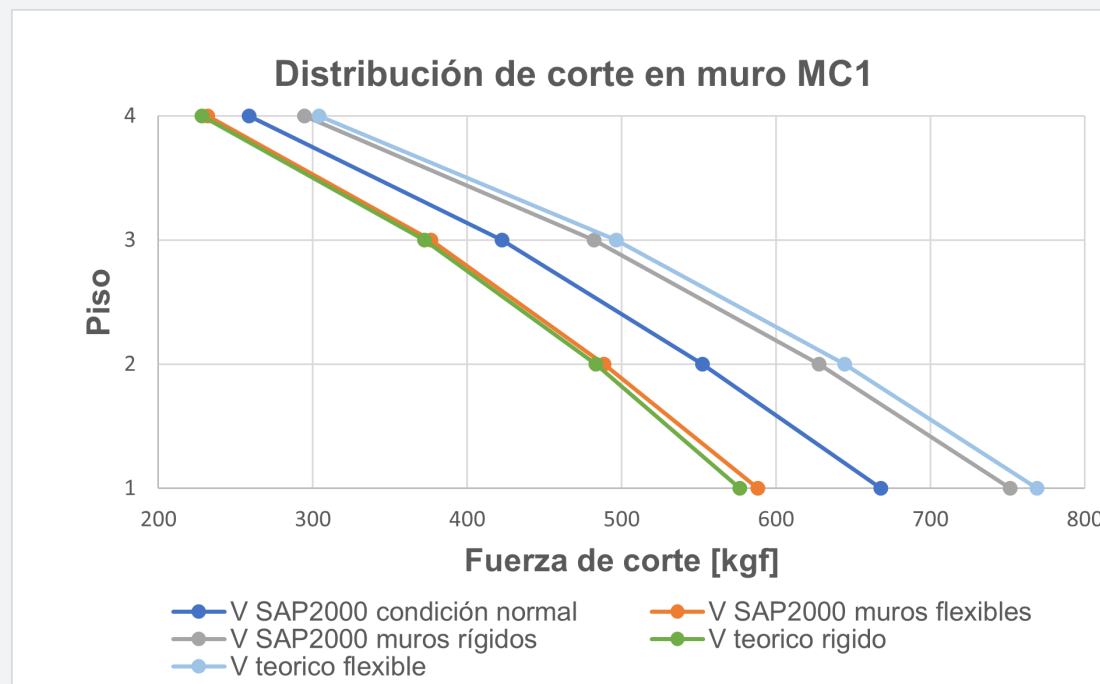


Figura 9: Distribución corte - Sismo Y

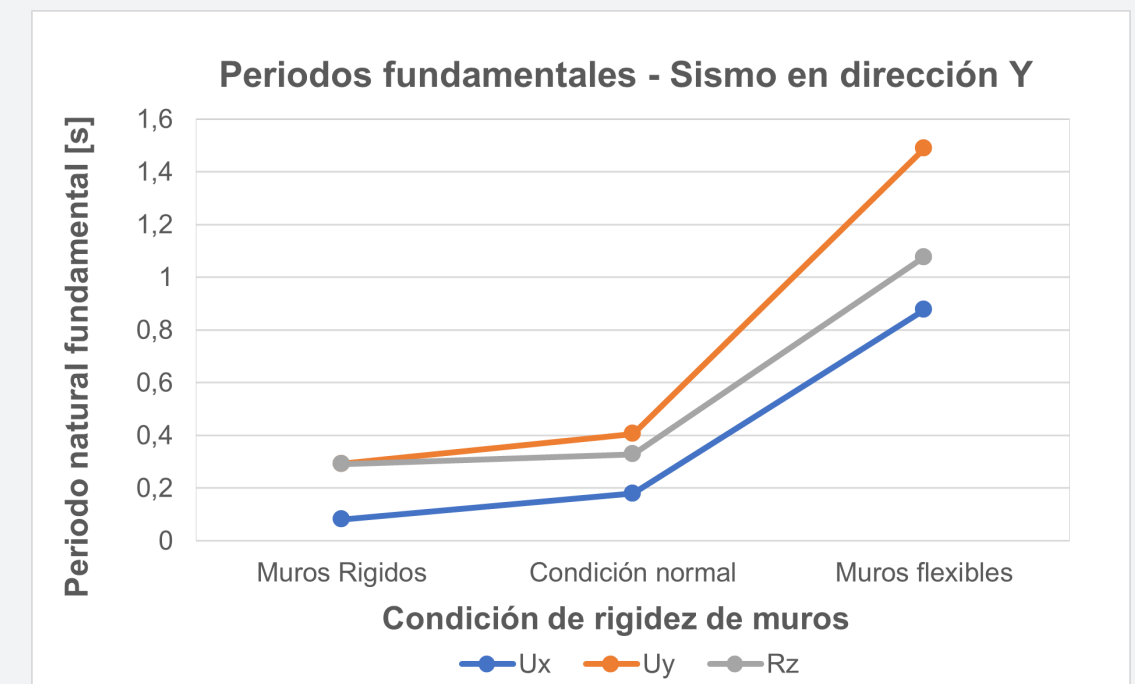


Figura 10: Periodos fundamentales

Análisis fuera del plano:

En este análisis se obtuvo el diagrama de momentos principales (figura 11), con el fin de conocer la dirección de distribución principal del macroelemento. Además, en la figura 12, se puede apreciar la distribución de cargas gravitacionales desde el macroelemento a los muros del piso 4 de la edificación.

Finalmente, se obtuvo la deformación gravitacional del subdiafragma 2 de cada piso (figura 14), la cual fue comparada con la arrojada en la modelación explícita de dicho subdiafragma (figura 13).

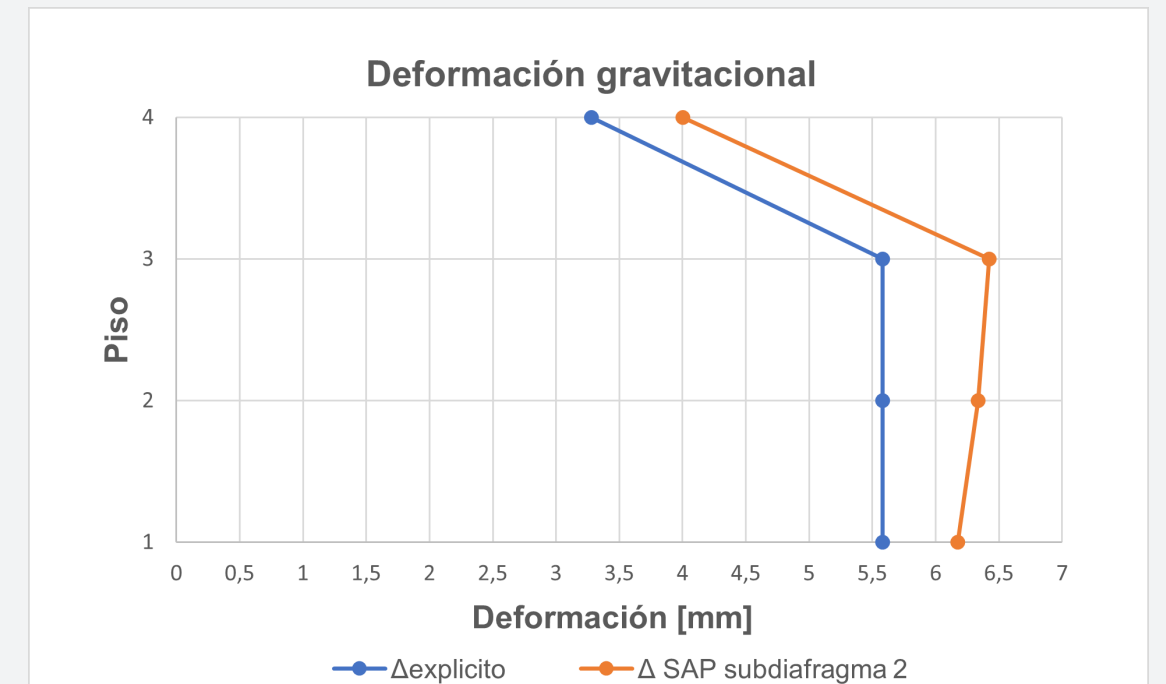
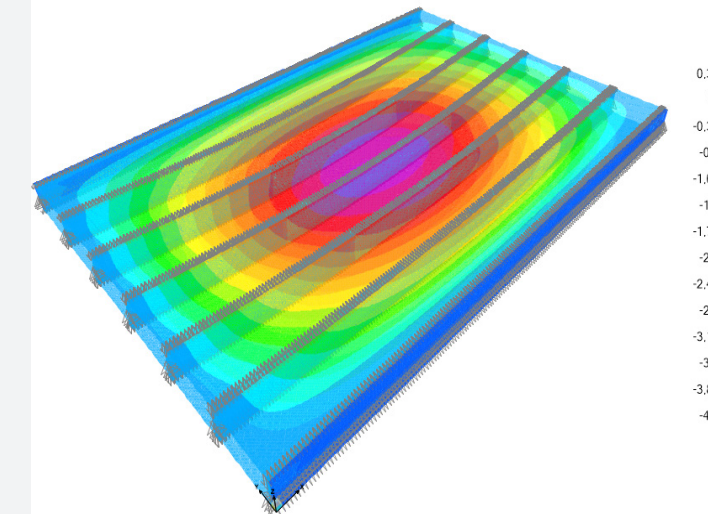
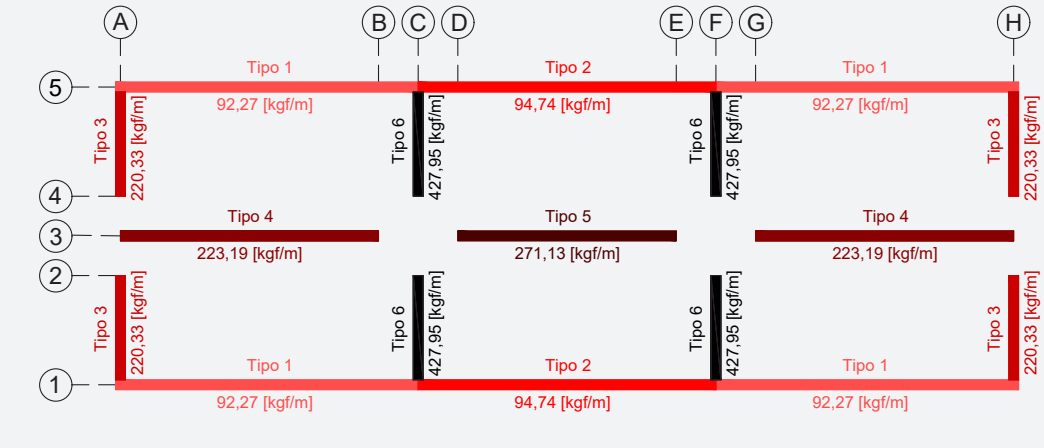
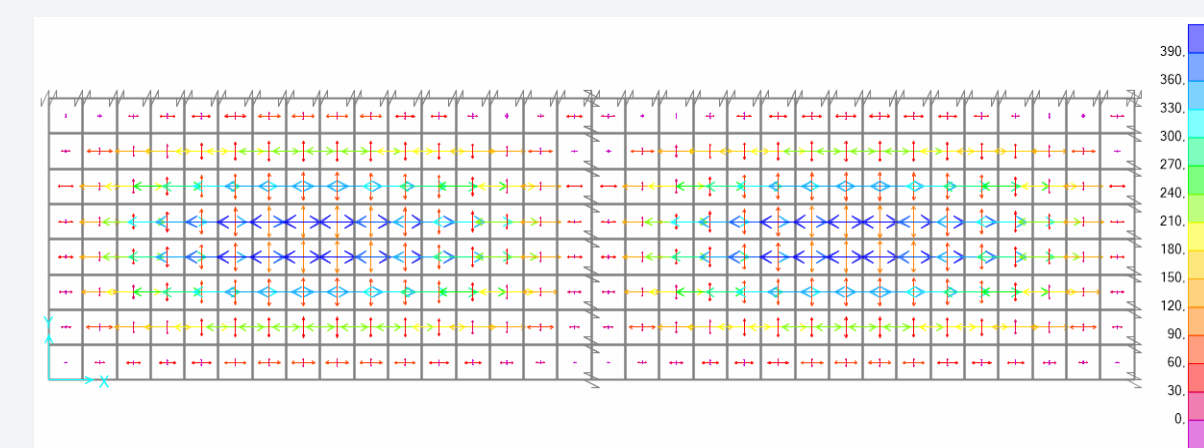


Figura 11: Diagrama de momentos principales

Figura 12: Distribución de carga gravitacional

Figura 13: Modelo explícito

Figura 14: Deformación gravitacional

Conclusiones

Del estudio realizado y los resultados obtenidos se desprenden las siguientes conclusiones:

- En la figura 8 se observa que las deformaciones arrojadas por la modelación son cercanas al valor teórico, obteniendo errores menores al 2%. También se aprecia que el subdiafragma 1 se aleja de la deformación indicada por la SDPWS, mientras que el subdiafragma 2, el cual se encuentra en el centro de la planta, posee deformaciones cercanas a este valor. Lo anterior se debe a que la deformación entregada por la teoría es calculada en el centro del subdiafragma, la cual solo coincide con el subdiafragma 2.
- La distribución de corte de la figura 9 muestra que en una condición normal de rigidez de muros, el subdiafragma distribuye de una forma intermedia entre una distribución por rigidez de muros y área tributaria a los elementos verticales, lo que corresponde a una categorización de diafragma rígido y flexible respectivamente, según la disposición de la SDPWS. También se puede apreciar que para una condición de muros más rígidos y más flexibles, la distribución de corte a los elementos verticales se acerca de buena manera a la distribución por área tributaria y por rigidez respectivamente, lo que indica que bajo estas condiciones, el criterio para categorizar la rigidez del diafragma comparando la rigidez de este con la del sistema resistente a la carga lateral es correcto, pero para una situación normal donde, en este caso, a pesar de que la categorización indica que el diafragma es rígido, no se alcanza una distribución por rigidez, sino más bien semirrígida, lo que lleva al cuestionamiento sobre la posible falta de criterios adicionales para su categorización.
- Con la figura 11 se concluye que el macroelemento distribuye principalmente a lo largo de la dirección de los entramados (indicados en la figura 6), confirmando lo que sucede en la práctica. Esto último genera que los muros dispuestos de manera perpendicular a la dirección de los entramados reciban mayor concentración de carga gravitacional, como se aprecia en la figura 12, donde los muros tipo 3 y 6 reciben más carga por unidad de longitud que los muros tipo 1 y 4.
- En la figura 14, es posible apreciar que el macroelemento es capaz de representar de manera correcta la deformación del diafragma causada por el efecto gravitacional, presentando un bajo porcentaje de error respecto a la deformación obtenida en la modelación explícita. Se observa un aumento en el error en los pisos superiores y esto se debe a la deformación axial presentada en los muros la que se va acumulando a medida que la cantidad de pisos aumenta.

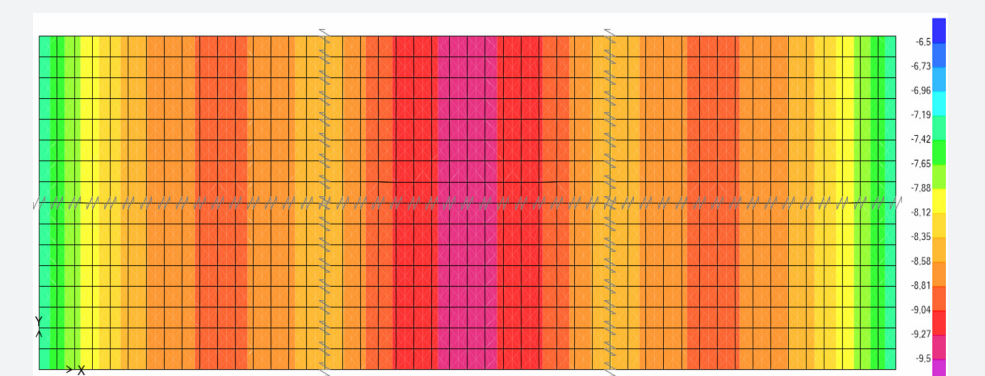


Figura 15: Deformación lateral piso 4

Las conclusiones anteriores se espera que puedan ser comprobadas mediante ensayos experimentales y de esta manera, lograr calibrar las expresiones obtenidas en el estudio, permitiendo que esta metodología contribuya o se convierta en una herramienta útil en las oficinas de cálculo, incentivando el uso de la madera en la construcción.

Bibliografía

- [1] American Wood Council. (2015). Special Design Provisions for Wind & Seismic. Washington D. C., USA.
- [2] Tissell, J., & Elliott, J. (2000). APA Research Report 138 Plywood Diaphragms. Tacoma, Washington, Estados Unidos.
- [3] Instituto Nacional de Normalización (2014). NCh 1198 Madera — Construcciones en madera — Cálculo. Santiago, Chile.
- [4] Instituto Nacional de Normalización (2012). NCh 433 Diseño sísmico de edificios. Santiago, Chile.