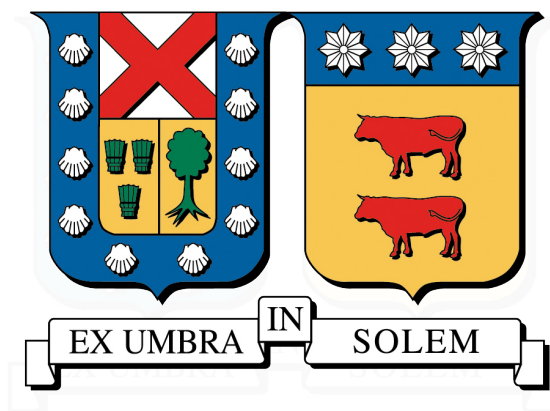


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS  
SANTIAGO - CHILE



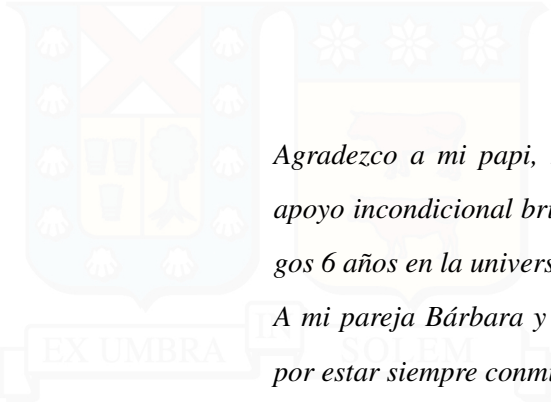
**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE  
BENEFICIOS SOCIALES  
PROYECTO CASA FENIX**

**RODRIGO FERNANDO CASTILLO FUENTES**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA : SRA. MARÍA PILAR GÁRATE CH.  
PROFESOR CORREFERENTE : SRA. NINA HORMAZÁBAL P.

ABRIL 2017



*Agradezco a mi papi, mami y hermana por el apoyo incondicional brindado durante estos largos 6 años en la universidad.*

*A mi pareja Bárbara y mi hijo Agustín, gracias por estar siempre conmigo.*

*Y finalmente, dedico esta memoria a mi abuelito, quien me brindó sabiduría durante bellos 24 años.*

---

## Resumen Ejecutivo

Actualmente en Chile no existe una propuesta habitacional de emergencia que sea de calidad y brinde la seguridad necesaria a las familias damnificadas luego de alguna catástrofe natural o provocada por el hombre. Si nos dedicamos a buscar información sobre las últimas catástrofes en Chile, podemos observar que algunas familias pueden pasar hasta 5 años sin recibir una solución habitacional definitiva. Es por esta razón que un grupo de estudiantes y académicos de la facultad de arquitectura de la universidad Técnica Federico Santa María, empezaron a trabajar sobre un prototipo de vivienda de emergencia, con el fin de mejorar considerablemente la actual solución habitacional de emergencia de nuestro país. Este prototipo fue llamado casa FENIX y su primera presentación al público en general fue en la Solar Decathlon, que es una competición internacional abierta a todas las universidades y grandes escuelas del mundo, obteniendo un 6° lugar de 20 viviendas que participaban en la competencia.

En el último tiempo han existido varios proyectos que buscan mejorar la vivienda de emergencia, pero lamentablemente estas propuestas solo quedan en prototipos sin aplicarlos a la realidad. Sin embargo, luego de ocurrido el gran incendio de Valparaíso en el año 2014, que destruyó 2977 viviendas completamente, el equipo del proyecto casa FENIX ve la posibilidad de aplicar el prototipo con una de las familias damnificadas por el incendio. Es así como la familia Huerta-Carvajal recibió una casa FENIX de 92,52 m<sup>2</sup> con la ayuda de un subsidio de construcción en sitio propio, otorgado por el MINVU, y la ayuda de empresas privadas por medio de donaciones.

La actual solución habitacional de emergencia otorga una clásica “mediagua”, mejorada en el último tiempo por las constantes denuncias de parte de las familias a las autoridades, con el fin de que la familia pueda esperar la vivienda definitiva en un intervalo de tiempo que no está definido concretamente. En cambio, la casa FENIX es una solución habitacional de emergencia que responde desde el primer momento que ocurre, es decir, al estar compuesta por módulos armables y desarmables fácilmente, es posible entregar una vivienda de emergencia y construir la vivienda definitiva sobre esa misma estructura.

El problema radica en que las autoridades no están convencidas de otorgar casas FENIX en periodos de emergencia, puesto que el costo de otorgar la solución habitacional actual de emergencia es aproximadamente 702 UF, mientras que la casa FENIX posee un valor total de 798 UF. Es por esta razón que en esta investigación se realiza una evaluación socioeconómica, con el fin de determinar y evaluar los beneficios sociales que genera el proyecto casa FENIX. Para evaluar dichos

---

beneficios, se procedió a calcular los ahorros en calefacción y ahorro en salud pública que brinda la casa FENIX en contraste a la actual solución habitacional de emergencia. Lamentablemente con los ahorros generados el proyecto casa FENIX generó un VAN social negativo, puesto que existe mas de 40 m<sup>2</sup> de diferencia entre la casa FENIX y la solución habitacional definitiva. No obstante, al realizar un análisis de sensibilidad, variando la cantidad de metros cuadrados construidos, el proyecto casa FENIX otorga indicadores positivos cuando se construyen menos de 80 metros cuadrados, lo cual es significativo puesto que supera en más de 30 m<sup>2</sup> a la vivienda definitiva que se otorga comúnmente a las familias.

Finalmente, considerando los resultados de la evaluación socioeconómica, se propuso un modelo multicriterio que permitiera evaluar otros aspectos que no son fácilmente cuantificables en un valor monetario. De esta forma, se propusieron 3 criterios a evaluar: Social, Salud y medio ambiente y Confort vivienda, de los cuales se desprenden 9 subcriterios donde los más importantes o de mayor peso relativo, de acuerdo al grupo experto que realizó el modelo, son la Calidad de vida y Reintegración. Con el modelo propuesto, se evaluó las alternativas 0 y 1, correspondientes a la vivienda de emergencia + vivienda definitiva usadas actualmente en Chile y la Casa FENIX respectivamente. La alternativa 0 obtuvo un ISAP igual a 417,61 UF, mientras que la alternativa 1 generó un ISAP equivalente a 180,34 UF, concluyéndose el proyecto casa FENIX es la mejor alternativa.

De esta forma, a partir de la investigación realizada se recomienda utilizar a la casa FENIX como solución habitacional de emergencia, puesto que se comprueba que este proyecto ayudará a las familias a mejorar su calidad de vida, condiciones de habitabilidad y reducir considerablemente la cantidad de años que cada familia afectada por algún desastre espera una vivienda definitiva.

# Índice de Contenidos

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introducción</b>                                                          | <b>1</b>  |
| <b>2. Problema de investigación</b>                                             | <b>3</b>  |
| <b>3. Objetivos</b>                                                             | <b>5</b>  |
| 3.1. Objetivo general                                                           | 5         |
| 3.2. Objetivos Específicos                                                      | 5         |
| <b>4. Marco Teórico</b>                                                         | <b>6</b>  |
| 4.1. Chile, país de catastrofes                                                 | 6         |
| 4.2. Gestión de desastres en Chile                                              | 9         |
| 4.2.1. Vivienda de emergencia                                                   | 11        |
| 4.2.2. Subsidios Habitacionales                                                 | 14        |
| 4.2.3. Vivienda social Definitiva                                               | 17        |
| 4.3. Vivivienda y Sustentabiliad                                                | 18        |
| 4.3.1. Sustentabilidad                                                          | 18        |
| 4.3.2. Vivienda social sustentable                                              | 19        |
| 4.3.3. Estándares mínimos para proyectos de viviendas con eficiencia energética | 21        |
| 4.4. Casos en chile y el mundo                                                  | 22        |
| 4.4.1. Viviendas                                                                | 22        |
| 4.4.2. Proyectos                                                                | 25        |
| 4.4.3. Estudios                                                                 | 30        |
| 4.5. Metodología                                                                | 33        |
| 4.5.1. Evaluación de proyectos sociales                                         | 33        |
| 4.5.2. Método multicriterio                                                     | 34        |
| <b>5. Situación actual</b>                                                      | <b>38</b> |
| 5.1. Alcance                                                                    | 38        |
| 5.1.1. Área de estudio                                                          | 38        |
| 5.1.2. Población objetivo                                                       | 38        |
| 5.2. Demanda en periodo de emergencia                                           | 39        |
| 5.3. Oferta de viviendas de emergencia                                          | 42        |
| 5.3.1. ¿Cómo funcionan las construcciones de viviendas de emergencia?           | 43        |
| 5.3.2. Criticas a la actual vivienda de emergencia                              | 45        |
| 5.4. Oferta de viviendas sociales definitivas                                   | 46        |
| 5.5. Déficit                                                                    | 47        |

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6. Proyecto casa FENIX</b>                                       | <b>49</b>  |
| 6.1. Introducción . . . . .                                         | 49         |
| 6.2. Problema . . . . .                                             | 49         |
| 6.3. Solución: Casa FENIX . . . . .                                 | 50         |
| 6.4. Proyecto casa FENIX Huerta-Carvajal . . . . .                  | 52         |
| <b>7. Situación base</b>                                            | <b>55</b>  |
| 7.1. Vivienda de emergencia de referencia . . . . .                 | 55         |
| 7.1.1. Características generales . . . . .                          | 55         |
| 7.1.2. Transmitancia térmica de la envolvente . . . . .             | 59         |
| 7.1.3. Otras consideraciones . . . . .                              | 62         |
| 7.1.4. Calificación energética vivienda de emergencia . . . . .     | 62         |
| 7.2. Vivienda social definitiva de referencia . . . . .             | 63         |
| 7.2.1. Características generales . . . . .                          | 63         |
| 7.2.2. Transmitancia térmica de la envolvente . . . . .             | 66         |
| 7.2.3. Otras consideraciones . . . . .                              | 66         |
| 7.2.4. Calificación energética vivienda social definitiva . . . . . | 67         |
| <b>8. Vivienda objetivo: Casa FENIX</b>                             | <b>68</b>  |
| 8.1. Características generales . . . . .                            | 68         |
| 8.1.1. Vivienda post emergencia . . . . .                           | 69         |
| 8.1.2. Vivienda definitiva . . . . .                                | 70         |
| 8.2. Transmitancia térmica de la envolvente . . . . .               | 74         |
| 8.3. Otras consideraciones . . . . .                                | 77         |
| 8.4. Calificación energética . . . . .                              | 78         |
| 8.4.1. Calificación energética casa FENIX post emergencia . . . . . | 78         |
| 8.4.2. Calificación energética casa FENIX HC . . . . .              | 78         |
| <b>9. Evaluación socio-económica</b>                                | <b>80</b>  |
| 9.1. Inversiones . . . . .                                          | 80         |
| 9.2. Beneficios de la casa FENIX sobre las familias . . . . .       | 81         |
| 9.2.1. Ahorro en calefacción . . . . .                              | 81         |
| 9.2.2. Ahorro sistemas solares . . . . .                            | 81         |
| 9.3. Beneficios de la casa FENIX en salud pública . . . . .         | 82         |
| 9.3.1. Casa FENIX v/s vivienda de emergencia . . . . .              | 82         |
| 9.3.2. Aumento de la temperatura promedio . . . . .                 | 89         |
| 9.3.3. Costo salud pública . . . . .                                | 93         |
| 9.3.4. Ahorro en salud pública . . . . .                            | 94         |
| 9.4. Indicadores económicos . . . . .                               | 95         |
| 9.4.1. Proyecto casa FENIX . . . . .                                | 95         |
| 9.4.2. Sistemas solares . . . . .                                   | 96         |
| 9.5. Análisis de sensibilidad . . . . .                             | 97         |
| 9.6. Consideraciones . . . . .                                      | 98         |
| <b>10. Evaluación multicriterio</b>                                 | <b>100</b> |
| 10.1. Problema . . . . .                                            | 101        |
| 10.1.1. Definición . . . . .                                        | 101        |
| 10.1.2. Causas . . . . .                                            | 102        |

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| 10.1.3. Efectos . . . . .                                     | 102        |
| 10.1.4. Posibles soluciones . . . . .                         | 103        |
| 10.2. Actores involucrados . . . . .                          | 103        |
| 10.3. Selección de alternativas . . . . .                     | 104        |
| 10.3.1. Alternativa 0: solución habitacional actual . . . . . | 104        |
| 10.3.2. Alternativa 1: casa FENIX . . . . .                   | 104        |
| 10.4. Modelamiento jerárquico . . . . .                       | 105        |
| 10.4.1. Foco del problema . . . . .                           | 105        |
| 10.4.2. Identificación de criterios y subcriterios . . . . .  | 105        |
| 10.4.3. Árbol jerárquico . . . . .                            | 109        |
| 10.5. Determinación de ponderadores . . . . .                 | 109        |
| 10.5.1. Ponderadores generales . . . . .                      | 110        |
| 10.5.2. Ponderadores subcriterios . . . . .                   | 110        |
| 10.5.3. Ponderadores globales . . . . .                       | 113        |
| 10.6. Evaluación de alternativas . . . . .                    | 113        |
| 10.6.1. Ingreso de juicios por alternativa . . . . .          | 113        |
| 10.6.2. Indicadores . . . . .                                 | 115        |
| <b>11. Conclusiones y recomendaciones</b>                     | <b>116</b> |
| 11.1. Conclusiones . . . . .                                  | 116        |
| 11.2. Recomendaciones . . . . .                               | 119        |
| <b>Bibliografía</b>                                           | <b>121</b> |

# Índice de Figuras

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Modelo de vivienda de emergencia utilizada en Chile . . . . .                                             | 13 |
| 4.2. Subsidios otorgados a las familias damnificadas por la erupción del Volcán Calbuco en UF . . . . .        | 15 |
| 4.3. Subsidios otorgados a las familias damnificadas por el terremoto en la region de Coquimbo en UF . . . . . | 16 |
| 4.4. Vivienda de emergencia utilizada en Beijing, China / Arquitectos Pablo Castro, Jennifer Lee . . . . .     | 24 |
| 4.5. Viviendas de emergencia de Shigeru Ban post-desastre en Japón . . . . .                                   | 25 |
| 4.6. Vivienda de emergencia utilizada en el proyecto FONDEF D09I1058 . . . . .                                 | 26 |
| 4.7. Prototipo de vivienda de emergencia del proyecto VED . . . . .                                            | 28 |
| 4.8. Vivienda de emergencia diseñada por 4L ARQ . . . . .                                                      | 29 |
| 4.9. Prototipo de vivienda de emergencia presentado por la Universidad de Santiago . . . . .                   | 30 |
| 4.10. Vivienda de emergencia entregada en la Región de los Lagos . . . . .                                     | 31 |
| 4.11. Vivienda de emergencia propuesta por el estudio CIGIDEN . . . . .                                        | 32 |
| 4.12. Ejemplo arbol de jerarquías método multicriterio . . . . .                                               | 35 |
| 4.13. Proceso evaluación multicriterio . . . . .                                                               | 37 |
| 5.1. Estructura organizacional de Un Techo para Chile en periodo de emergencia . . . . .                       | 45 |
| 6.1. Casa FENIX Huerta Carvajal ubicada en Valparaíso . . . . .                                                | 52 |
| 6.2. Plano casa FENIX . . . . .                                                                                | 54 |
| 7.1. Plano vivienda de emergencia de 24 m <sup>2</sup> . . . . .                                               | 56 |
| 7.2. Vista lateral E1 vivienda de emergencia de 24 m <sup>2</sup> . . . . .                                    | 57 |
| 7.3. Vista posterior E2 vivienda de emergencia de 24 m <sup>2</sup> . . . . .                                  | 58 |
| 7.4. Vista lateral E3 vivienda de emergencia de 24 m <sup>2</sup> . . . . .                                    | 59 |
| 7.5. Plano primer piso vivienda social de referencia . . . . .                                                 | 64 |
| 7.6. Plano segundo piso vivienda social de referencia . . . . .                                                | 65 |
| 8.1. Plano casa FENIX post emergencia . . . . .                                                                | 69 |
| 8.2. Plano primer piso casa FENIX Huerta-Carvajal . . . . .                                                    | 71 |
| 8.3. Plano segundo piso casa FENIX Huerta-Carvajal . . . . .                                                   | 72 |
| 8.4. Vista lateral casa FENIX Huerta-Carvajal . . . . .                                                        | 73 |
| 8.5. Vista lateral casa FENIX Huerta-Carvajal . . . . .                                                        | 73 |
| 8.6. Vista posterior casa FENIX Huerta-Carvajal . . . . .                                                      | 74 |
| 9.1. Cantidad de atenciones de urgencia semanales en el año 2013 y 2014 . . . . .                              | 83 |
| 9.2. Precipitaciones y numero de urgencias semanales años 2013 y 2014 . . . . .                                | 84 |

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.3. Temperaturas promedio semanal entre la semana 22 y 28 . . . . .                                   | 85  |
| 9.4. Noticia diario El Mercurio . . . . .                                                              | 86  |
| 9.5. Viviendas de emergencia forradas con nylon . . . . .                                              | 87  |
| 9.6. Noticia Diario Chile . . . . .                                                                    | 88  |
| 10.1. Árbol jerárquico evaluación multicriterio sobre la solución habitacional de emergencia . . . . . | 109 |



# Índice de Tablas

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Transmitancia térmica máxima para cada zona térmica . . . . .                                            | 22 |
| 4.2. Ejemplo matriz de prioridades método multicriterio . . . . .                                             | 36 |
| 5.1. Cantidad de familias por atender con subsidios de construcción en sitio propio . . .                     | 42 |
| 5.2. Formatos de escuelas para construir viviendas de emergencia . . . . .                                    | 44 |
| 5.3. Cantidad de subsidios de construcción y adquisición otorgados . . . . .                                  | 47 |
| 5.4. Estado de los subsidios otorgados en eventos de emergencia . . . . .                                     | 48 |
| 5.5. Porcentaje de subsidios ejecutados y tiempo transcurrido desde el evento catastrófico                    | 48 |
| 7.1. Resistencia térmica de cada material del techo vivienda de emergencia . . . . .                          | 60 |
| 7.2. Resistencia térmica de cada material de los muros vivienda de emergencia . . . . .                       | 60 |
| 7.3. Resistencia térmica de cada material del piso vivienda de emergencia . . . . .                           | 61 |
| 7.4. Resistencia térmica de las puertas vivienda de emergencia . . . . .                                      | 61 |
| 7.5. Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente de la vivienda de emer-<br>gencia . . . . .      | 62 |
| 7.6. Energía consumida al año vivienda de emergencia . . . . .                                                | 63 |
| 7.7. Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente de la vivienda social de<br>referencia . . . . . | 66 |
| 7.8. Energía consumida al año vivienda de emergencia . . . . .                                                | 67 |
| 8.1. Resistencia térmica de cada material del techo casa FENIX . . . . .                                      | 75 |
| 8.2. Resistencia térmica de cada material de los muros casa FENIX . . . . .                                   | 75 |
| 8.3. Resistencia térmica de cada material del piso casa FENIX . . . . .                                       | 75 |
| 8.4. Resistencia térmica de las puertas casa FENIX . . . . .                                                  | 76 |
| 8.5. Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente casa FENIX post emer-<br>gencia . . . . .        | 76 |
| 8.6. Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente casa FENIX Huerta-<br>Carvajal . . . . .         | 77 |
| 8.7. Energía consumida al año casa FENIX post emergencia . . . . .                                            | 78 |
| 8.8. Energía consumida al año casa FENIX HC . . . . .                                                         | 79 |
| 9.1. Ahorro en calefacción proyecto casa FENIX . . . . .                                                      | 81 |
| 9.2. Cantidad de enfermedades respiratorias entre las semanas 21-27 años 2013 y 2014                          | 89 |
| 9.3. Cantidad de urgencias médicas respiratorias y temperaturas semanas 19 a 29 . . . .                       | 90 |
| 9.4. Cantidad de urgencias médicas respiratorias y temperaturas semanas 30 a 39 . . . .                       | 90 |
| 9.5. Afiliados a FONASA en comuna de Valparaíso . . . . .                                                     | 91 |
| 9.6. Cantidad de enfermedades respiratorias comuna de Valparaíso . . . . .                                    | 92 |

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.7. Requerimientos de salud asociadas a la mala calidad de vivienda en comuna de Valparaíso . . . . . | 92  |
| 9.8. Prestaciones de salud al habitar una casa FENIX v/s situación actual . . . . .                    | 93  |
| 9.9. Costos en salud pública . . . . .                                                                 | 94  |
| 9.10. Ahorro en salud si las familias habitan la casa FENIX . . . . .                                  | 95  |
| 9.11. Flujo de caja evaluación socio-económica proyecto casa FENIX años 0-6 . . . . .                  | 95  |
| 9.12. Flujo de caja evaluación socio-económica proyecto casa FENIX años 7-13 . . . . .                 | 95  |
| 9.13. Flujo de caja evaluación socio-económica proyecto casa FENIX años 14-20 . . . . .                | 96  |
| 9.14. Flujo de caja evaluación socio-económica sistemas solares años 0-6 . . . . .                     | 96  |
| 9.15. Flujo de caja evaluación socio-económica sistemas solares años 7-13 . . . . .                    | 97  |
| 9.16. Flujo de caja evaluación socio-económica sistemas solares años 14-20 . . . . .                   | 97  |
| 9.17. Análisis de sensibilidad proyecto casa FENIX . . . . .                                           | 98  |
| 10.2. Peso relativo criterios generales . . . . .                                                      | 110 |
| 10.1. Matriz de prioridades criterios generales . . . . .                                              | 110 |
| 10.3. Matriz de prioridades subcriterios sociales . . . . .                                            | 111 |
| 10.4. Peso relativo subcriterios sociales . . . . .                                                    | 111 |
| 10.5. Matriz de prioridades subcriterios salud y medio ambiente . . . . .                              | 111 |
| 10.6. Peso relativo subcriterios salud y medio ambiente . . . . .                                      | 112 |
| 10.7. Matriz de prioridades subcriterios confort vivienda . . . . .                                    | 112 |
| 10.8. Peso relativo subcriterios confort vivienda . . . . .                                            | 113 |
| 10.9. Pesos relativos globales de cada subcriterio . . . . .                                           | 113 |
| 10.10Evaluación subcriterios sociales por alternativa . . . . .                                        | 114 |
| 10.11Evaluación subcriterios salud y medio ambiente por alternativa . . . . .                          | 114 |
| 10.12Evaluación subcriterios confort vivienda por alternativa . . . . .                                | 114 |
| 10.13Calificación final de cada alternativa . . . . .                                                  | 114 |
| 10.14Inversiones asociadas a cada alternativa . . . . .                                                | 115 |
| 10.15ISAP asociado a cada alternativa . . . . .                                                        | 115 |
| 11.1. Análisis de sensibilidad proyecto casa FENIX . . . . .                                           | 118 |
| 11.2. ISAP asociado a cada alternativa . . . . .                                                       | 118 |

# 1 | Introducción

Los desastres naturales y provocados por el hombre se han hecho cada vez más frecuentes en nuestro país, incidiendo negativamente en la economía, destruyendo zonas enteras, y lo más importante, afectando directamente a personas vulnerables que luego de ocurrida la tragedia quedan expuestas y sin protección alguna.

Es frecuente oír que, luego de ocurrida una tragedia, muchas familias pierden sus hogares por completo, perdiendo además toda una vida de esfuerzo, sacrificio y trabajo. Este fue exactamente el caso de muchas familias que en el año 2014, luego del gran incendio de Valparaíso, vieron como las llamas quemaron sus hogares, dejándolos sin un lugar para vivir. El estado de Chile junto con organizaciones privadas son las encargados de otorgar ayuda a dichas familias, entregándoles una vivienda de emergencia provisoria, con el fin de que puedan esperar un cierto tiempo una vivienda definitiva.

Dada la situación anterior, un grupo de académicos y estudiantes de la universidad Técnica Federico Santa María empezó a trabajar en un prototipo de vivienda de emergencia que permitiera ayudar a las familias desde el primer momento que ocurre la catástrofe. Es así como nace el proyecto casa FENIX, una vivienda modular y progresiva que proporciona a las familias un hogar provisorio para vivir y luego en base a la misma construcción, una vivienda definitiva.

Si se compara la casa FENIX con la vivienda de emergencia, esta posee considerables mejoras en diseño y envolvente, que le permite obtener un rendimiento energético superior. Sin embargo, actualmente en Chile se sigue utilizando la vivienda de emergencia como principal solución habitacional de emergencia dado su bajo costo

¿Pero realmente la vivienda de emergencia es la solución óptima? Hay que considerar que el intervalo de tiempo generado entre ocurrida la emergencia y la solución habitacional definitiva debe ser abordada de forma eficiente y oportuna, con el fin de generar el menor impacto posible en las familias. De esta forma, la siguiente investigación permitirá observar los beneficios que genera

la casa FENIX comparado con la actual solución de emergencia, por medio una extensa revisión de la literatura, una evaluación socioeconómica y evaluación multicriterio, que dejan al descubierto la baja calidad de la actual solución habitacional de emergencia y lo benéfico que sería empezar a usar la casa FENIX en futuras emergencias.



## 2 | Problema de investigación

En los últimos años, construir viviendas de forma sustentable se ha hecho un requisito, necesidad o simplemente un anhelo para cada una de las personas que piensan en el desarrollo sostenible del planeta, en las próximas generaciones y en su propio bienestar. El hecho de utilizar estos mecanismos de construcción sustentable e implementar nuevos métodos, permite impactar y beneficiar a múltiples actores involucrados en la causa ([Roufehaei et al., 2014](#)). Varios expertos han llamado a generar una sólida base de políticas y estrategias para lograr una mejor utilización de la energía, combatir el cambio climático y al mismo tiempo, tener en cuenta los objetivos socioeconómicos en la construcción de una vivienda sustentable. Estos mismos autores plantean que estas estrategias y políticas deben estar compuestas de la información más reciente, extraída de las mejores investigaciones a nivel mundial ([Hamilton et al., 2015](#)). Por ejemplo, hay jurisdicciones como el Reino Unido, Unión Europea y California que han desarrollado recientemente normas y estrategias para tener en cuenta de manera más integral los elementos sociales, económicos y ambientales en el desarrollo sustentable ([Moore, 2014](#)).

Si pensamos en Chile, las catástrofes naturales son constantes año a año, puesto que se encuentra en el cordón del fuego del pacífico y es uno de los países con mayor actividad sísmica del mundo. Además, cuenta con una cordillera que se extiende a lo largo del país, donde nacen ríos de considerable caudal provocando inundaciones, aluviones y aludes ([Stuardo, 2004](#)). Sumado a lo anterior, se registran más de 5000 incendios forestales por temporada, exterminando árboles, matorrales, pastizales e incluso, en algunas ocasiones, zonas habitadas por familias ([CONAF, 2016](#)).

Al estar expuesto a estos desastres, Chile posee constantemente situaciones de emergencia que afectan a las poblaciones más pobres del país, provocando problemas en las viviendas de las personas afectadas en la mayoría de los casos. Actualmente, en situaciones de desastre, la necesidad habitacional se remedia con una solución transitoria llamada “mediagua” con un posterior subsidio,

que puede tardar años, para obtener la vivienda definitiva. Sin embargo, un grupo de alumnos del departamento de arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María diseñó la casa FENIX, una vivienda progresiva, modular y sustentable, que responde ante la emergencia desde el momento que ocurre la catástrofe ([Casa Fenix, 2016](#)).

La vivienda de emergencia o mediagua ha sido utilizada desde 1975 en Chile, dado que es la solución más rentable según el ministerio de vivienda. Este diagnóstico surge, puesto que en la mayoría de los casos no se tiene claro realmente cuales son las variables claves para determinar los beneficios sociales en la construcción sostenible, como la eficiencia energética y la conservación de los recursos para mejorar la calidad vida humana ([Ihuah et al., 2014](#)). Por otra parte, evaluar las posibles consecuencias e impactos sociales es descuidado con frecuencia en la aprobación de proyectos de viviendas sustentables, mientras que la viabilidad financiera y la evaluación de impacto ambiental son generalmente consideradas por los que toman las decisiones, lo que implica una leve distorsión del impacto real que generan ([Li et al., 2014](#)).

Tomando en consideración que aún se utiliza la mediagua como respuesta a la necesidad habitacional luego de un desastre, es posible discutir entonces ¿Cuál es el beneficio que genera la casa FENIX en las personas?, ¿existe alguna diferencia que una familia habite la casa FENIX en lugar de una vivienda de emergencia?, ¿el estado se beneficia económicamente al mantener a las personas viviendo en construcciones sustentables? [Pilkington et al. \(2011\)](#) propone que es posible que las personas puedan cambiar su comportamiento en las viviendas sustentables. Por lo tanto, es de suma importancia revelar estos hechos y así, aumentar la motivación para realizar más proyectos de viviendas sustentables en el futuro.

## 3 | Objetivos

### 3.1. Objetivo general

Determinar los beneficios sociales para la casa FENIX considerando aspectos económicos, sociales y ambientales, por medio de un análisis cuantitativo y cualitativo, con el fin de incentivar este tipo de construcciones en futuras emergencias.

### 3.2. Objetivos Específicos

- Revisar la literatura actual sobre viviendas sustentables y viviendas utilizadas estado de emergencia.
- Analizar y evaluar los beneficios sociales para la casa FENIX, por medio de la metodología de evaluación social de proyecto, que permita desalentar o incentivar la conveniencia del proyecto.
- Generar criterios cualitativos mediante un análisis multicriterio que permita evaluar variables que no son medibles fácilmente.
- Determinar el impacto de la casa FENIX en contraste con la actual solución habitacional de emergencia.

## 4 | Marco Teórico

### 4.1. Chile, país de catastrofes

*“Chile es un territorio que se ubica en extremo sur del Cordón de Fuego del Pacífico, asentado desde la Cordillera de Los Andes, sobre la unión entre la Placa Oceánica de Nazca y la Placa Continental Sudamericana; y entre la Placa Oceánica Antártica y la Placa Continental Sudamericana. Esta ubicación ha permitido el desarrollo de un hábitat de asentamientos urbanos y rurales instalados sobre este territorio, constantemente sometido al riesgo por eventos destructivos, que dañan áreas habitadas en zonas interiores y bordes costeros” (Stuardo, 2004).*

En cuanto a las catástrofes, en la última década se ha incrementado el número de desastres que ocurren a nivel mundial y en América Latina. Siendo más exacto, el 65 % de los desastres naturales producidos en los últimos 40 años se han producido en las últimas dos décadas, registrando costos estimados que superan los 446 mil millones de dólares, equivalente al doble de los costos de desastres ocurridos en la década de los 90 (Forttes, 2014).

*“Ningún territorio o ciudad está libre de ser afectado por desastres o catástrofes, y Chile no es la excepción. Su condición telúrica y geográfica ha creado una historia urbana caracterizada por desastres naturales y procesos de reconstrucción recurrentes” (Brain y Mora, 2012).* Su ubicación entre el “Cinturón del Fuego del Pacífico”, que es una zona sísmica y volcánica, y la cordillera de costa, sumado a la depresión inter montaña, hace que Chile sea un lugar azotado constantemente por terremotos y tsunamis. Estas condiciones acompañadas de la vulnerabilidad que poseen los habitantes de las zonas de riesgo del territorio chileno, aumenta la probabilidad de un posible desastre en un momento determinado (Ministerio de Obras Públicas, 2014).

El Ministerio de Obras Públicas (2014) expone que el territorio chileno está expuesto a diferentes tipos de amenazas explicadas a continuación:

### **Amenaza sísmica**

La actividad sísmica en Chile es provocada principalmente por un proceso de subducción entre la placa oceánica de Nazca y la placa continental de Sudamericana. Además, en el extremo sur del territorio chileno la placa continental sudamericana se desliza con respecto a la placa Antártica. Estos dos aspectos geográficos provocan que Chile a lo largo de su historia posea los movimientos telúricos de mayor magnitud en el mundo. De hecho, el sismo de mayor magnitud que se ha provocado en la historia de la humanidad se vivió en Valdivia en 1.960. Actualmente a nivel mundial, ya es un hecho que se le reconozca a Chile como un país sísmico. Desde el año 1.900 hasta hoy en día, se han registrado, en el territorio chileno, los terremotos más reconocidos a nivel mundial. Entre los más destacados están:

1. Valparaíso 1906: Se registró un terremoto de 8,6 grados en la escala de Richter, generando daños catastróficos en toda la zona central del país.
2. Chillan 1939: La magnitud de este terremoto fue de 7,8 grados en la escala de Richter, mucho menor que el terremoto de Valparaíso, pero lamentablemente es el sismo que mayor número de muertes ha dejado en la historia de Chile.
3. Valdivia 1960: Cerca de las costas de Valdivia se registró el mayor terremoto de los últimos tiempos a nivel mundial con una magnitud de 9,5 grados en la escala de Richter, provocando tsunamis que llegaron a las costas de Japón, Hawái y Estados Unidos.

Los sismos mencionados anteriormente son solo algunos de los miles que se han vivido en el último siglo y que han provocado costos económicos, infraestructurales, daños sociales y principalmente daños a las familias más pobres y vulnerables que viven en las zonas de riesgo.

En muchas ocasiones, las obras de infraestructura se llevan a cabo sin seguir las normas de seguridad y los estándares mínimos que se piden. Por ejemplo, en el año en el terremoto del año 2010 hubo una gran cantidad de edificios y viviendas que colapsaron, y que no cumplían con las normas antisísmicas, generando más daños de los que realmente debieron pasar.

### **Amenaza de tsunami**

Luego de ocurrido un terremoto o actividad sísmica superior a 7,5 grados en la escala de Richter en el interior del Océano Pacífico, se generan tsunamis en las costas chilenas. Según los registros que se tienen, en Chile ha habido más de 30 sismos que han superado los 7,5 grados Richter y que

han derivado en cerca de 35 tsunamis que han afectado a las costas. Estos eventos de emergencia son totalmente destructivos, más aun en Chile, por la inadecuada localización de las construcciones y nula organización territorial, específicamente cerca de las zonas que bordean las costas.

A diferencia que de lo que sucede con la norma antisísmica, para el caso de los tsunamis, no existe una legislación que regule la distribución de las construcciones cerca de los bordes costeros, como también no existe una planificación territorial en estas zonas. Las consecuencias más directas de esta situación es la vulnerabilidad de las familias más pobres que se ven expuestas a estas situaciones sin ningún tipo de protección. Un ejemplo fue lo ocurrido en el tsunami del 2010, donde se destruyeron localidades enteras, debido al mal emplazamiento de zonas habitadas.

### **Amenaza volcánicas**

Otros de los fenómenos que afectan a menudo al territorio chileno son las actividades volcánicas. Estas megas estructuras existen en Chile, debido a su formación morfológica y la ubicación geográfica, provocando que sea unas de las zonas más activas del mundo. Específicamente en Chile se ubican el 10 % de los volcanes más activos del mundo, distribuido en la primera y segunda región, y también desde la región metropolitana al sur.

Los mayores desastres volcánicos en Chile se han provocado cuando estos entran en actividad y existen localidades cercanas a estas zonas. Por ejemplo, el año 2008 se registró la erupción del volcán Chaitén, que tuvo efectos directos y catastróficos en el pueblo de Chaitén.

Afortunadamente, Chile cuenta con la tecnología necesaria para poder predecir posibles erupciones volcánicas y evacuar a tiempo a los habitantes de las zonas cercanas, evitando víctimas fatales hasta el momento. Sin embargo, esta situación no disminuye el nivel de desastre que generan a nivel de infraestructura y daños materiales, lamentablemente.

### **Amenaza hidrometeorológicas**

Chile posee un variado clima a lo largo de todo el país, debido a su extensión longitudinal, relieve e influencia oceánica. La interacción de todas estas características físicas territoriales, tales como la intensidad de las precipitaciones y la geomorfología, determina la resistencia de los diferentes tipos de suelos que existen en las distintas zonas del territorio chileno. El resultado de esta combinación natural de características son fenómenos hidrometeorológicos, como por ejemplo crecidas de ríos que provocan inundaciones, aluviones, avalanchas, aludes y marejadas en el océano. Por otro lado, cuando existen épocas con bajas precipitaciones provocan otros fenómenos

igualmente destructivos, tales como sequías e incendios forestales.

Chile es un país que es azotado constantemente por catástrofes naturales, que producen escenarios de emergencia y desastres, poniendo a prueba diferentes planes de respuesta y de reconstrucción, los cuales normalmente han sido respuestas reactivas al problema. En cuanto a la vivienda, Chile utiliza una solución habitacional transitoria denominada “mediagua”, afectando negativamente a las familias afectadas, ya que en algunos casos pueden llegar a esperar hasta 5 años por una solución de vivienda definitiva, por lo tanto, dicha solución no funciona como una buena respuesta ante una situación de reconstrucción y emergencia. Desde esta perspectiva es necesaria una mejor respuesta en el ámbito habitacional en situaciones de emergencias y con un enfoque adecuado a lo que se desea solucionar (Stuardo, 2004).

## 4.2. Gestión de desastres en Chile

Los primeros días luego de ocurrido un evento de emergencia son de alta confusión por parte de todas las personas que se ven involucradas en el desastre. La ayuda humanitaria siempre debe centrarse en el envío de bienes y equipos de primera necesidad, tales como medicina, alimentos, ropa, materiales de socorro, entre otros. La ONU en su documento “El alojamiento después de los desastres. Directrices para la aportación de asistencia”, indica lo importante que es conocer las necesidades de las familias afectadas, con el fin de ayudar de la forma más eficiente posible (Ministerio de Obras Públicas, 2014).

Ante una situación de emergencia, Chile cuenta con el Decreto Supremo N°156, que “establece Conceptos Generales de la forma de actuar ante una catástrofe, centrada en la Constitución Política de la República de Chile, la cual dispone en el art. 1º, inciso quinto, que es deber del Estado dar protección a la población y a la familia, de lo que se desprende que es el Estado, el encargado de la función pública denominada Protección Civil” (Ministerio de Obras Públicas, 2014). En el se explican cuatro etapas donde delega responsabilidades de acción: Prevención, respuesta inmediata, rehabilitación y reconstrucción. Estos cuatro niveles son igualmente relevantes, pero implican plazos y mecanismos públicos muy distintos, siendo la etapa de reconstrucción la más compleja por tiempo, costos y números de personas involucradas (Brain y Mora, 2012). A continuación se explican cada una de las etapas:

1. Fase 0, prevención: En la etapa de prevención se realizan diversas acciones orientadas a reducir impactos y costos en las personas e infraestructura, por medio de acciones educativas

e informativas. En esta fase se realizan acciones de liderazgo, capacitación, preparación y asistencia técnica y financiera, con el fin de fortalecer el conocimiento de los ciudadanos, comunidades, gobiernos locales, y regionales en situaciones de emergencia (Brain y Mora, 2012). En la etapa prevención están involucradas todas aquellas actividades y gestiones previas al evento catastrófico, que buscan reducir el riesgo y daño a cero y, de no ser posible, reducir al máximo los efectos sobre las personas, bienes y medio ambiente que puedan provocar los fenómenos naturales o de origen humano (Ministerio del Interior, 2002).

2. Fase 1, socorro inmediato hasta el quinto día: En el momento exacto cuando ocurre la emergencia, la fase de respuesta entra en acción y se concentra en las primeras labores de evacuación, rescate y atención de las personas afectadas por la catástrofe. Su principal objetivo es dar seguridad general a la población y restablecer el orden. En esta etapa es posible evaluar a priori los daños provocados, el nivel de desastre que se encuentra, los territorios mayormente afectados y el número de damnificados, información fundamental para las posteriores etapas de donde se diseñan los planes y programas de reconstrucción (Brain y Mora, 2012).
3. Fase 2, rehabilitación desde el quinto día al tercer mes: Finalizada la etapa de respuesta, la fase de rehabilitación se pone en marcha y se preocupa de restablecer los servicios básicos como agua, salud, comunicación, electricidad, despeje de caminos y carreteras, como también se enfoca en generar un diagnóstico de la situación, con el fin de realizar planes de asistencia social y de reconstrucción. La duración de esta etapa depende de la magnitud de los daños provocados por la catástrofe, por lo que puede durar varias semanas. Sin embargo, las medidas que se tomen en esta etapa son fundamentales para la siguiente fase de reconstrucción, puesto que las decisiones que tomen respecto a la demolición de infraestructura y habilitación de albergues transitorio, afectarán a la velocidad de recuperación y la calidad de los resultados. En Chile le corresponde al Ministerio de Vivienda y Urbanismo definir que familias afectadas pueden recibir apoyo directo del estado mediante subsidios habitacionales u obras de infraestructuras (Brain y Mora, 2012).
4. Fase 3, reconstrucción a partir del tercer mes: Una vez terminada la etapa de rehabilitación, se da inicio a la etapa de reconstrucción que, dependiendo de la magnitud del desastre, puede perdurar desde varios años a décadas (Brain y Mora, 2012). Esta etapa consiste en la reparación o reemplazo de los bienes dañados por el desastre, como por ejemplo, reparación de carreteras, reforestación, construcción y reconstrucción de viviendas, entre otras actividades

(Ministerio del Interior, 2002). Según Brain y Mora (2012) “esta etapa es la más extensa y compleja pues requiere una mayor coordinación de entidades públicas, empresas privadas, líderes sociales y políticos, e implica abordar áreas tan disímiles como financiamiento público y privado, planificación urbana y regulación del suelo, construcción de obras de infraestructura y viviendas y la recuperación económica y social de las comunidades afectadas”.

Dentro del plan de respuesta ante situaciones de emergencia, lo más importante es que las familias no se queden sin un hogar para vivir. Este es un punto clave para el gobierno y es prioridad durante todas etapas preocuparse de este tema. En muchas oraciones las familias terminan viviendo sin servicios básicos y esperan años para una solución de vivienda definitiva (Stuardo, 2004).

El aspecto más urgente en una catástrofe siempre será solucionar los daños en las viviendas afectadas. La recuperación de estas depende de la calidad de vida de las familias que las habitan, del retorno de los habitantes a sus pueblos o ciudades y de la condición económica en que se encuentran las familias aquejadas. Además, la recuperación de la viviendas no solo en la etapa de reconstrucción es preocupante, puesto que en la etapa de rehabilitación se entregan viviendas transitorias o viviendas de emergencia, refugios básicos de madera sin servicios básicos, a todas las familias que han perdido completamente sus hogares. En muchos casos se habilitan aldeas para instalar estas viviendas de emergencia, dado que hay familias que no poseen terreno propio o no pueden volver a sus terrenos por el peligro que podrían tener al hacerlo. La vivienda de emergencia se ha transformado en un problema que mayores conflictos sociales ha generado en las últimas catástrofes en Chile. Brain y Mora (2012).

#### 4.2.1. Vivienda de emergencia

En 1960 ocurre un gran terremoto en la ciudad de Valdivia, Chile. Ante esta situación el Hogar de Cristo desarrolló un prototipo de vivienda temporal con paneles de madera que podía ser montado en menos de un día. Estas viviendas temporales se fueron cada vez más famosas en Chile como respuesta inmediata ante alguna situación de emergencia, como terremotos, inundaciones e incendios (Calderón, 2013).

El Ministerio de Obras Públicas (2014) indica que la vivienda de emergencia se considera como un refugio provisorio para las familias luego de ocurrida una catástrofe y que estas estén obligadas a abandonar su hogar. Además, se define como una “vivienda mínima y transitoria, en uno o más pisos, que permite resolver las condiciones básicas de subsistencia y cobijo para personas afectadas por emergencias resultado de desastres naturales, sociales o accidentes”.

### ¿Qué características debe tener una vivienda de emergencia?

Cuando ocurre una situación de máxima vulnerabilidad de un grupo familiar producto de un evento catastrófico, la vivienda de emergencia que reciba la familia damnificada debe tener algunas características esenciales, de modo que permita un correcto desarrollo de la vida cotidiana en el hogar por un mínimo de 4 meses, donde se respeten los derechos los niños, mujeres y adultos mayores bajo estándares que sean proporcional al nivel de desarrollo que el país ha logrado en el último tiempo.

En consecuencia, lo anterior plantea un cambio en la forma de trabajar sobre este tema, y además debe tener en cuenta que se debe quitar la variable más condicionante a la hora de construir mediaguas, el precio. De esta forma se abren una infinidad de posibilidades para innovar, diseñar e idear. La vivienda de emergencia debe tener algunas consideraciones básicas, las cuales son incluir un baño, un sector para cocinar, habitaciones con privacidad, un espacio para guardar diversas pertinencias, un sector común y una cantidad de metros cuadrados por personas que haga posible una vida digna. En cuanto a las condiciones de estructura y sabiendo de ante mano que esta debe ser industrializable, panelizable, transportable, apilable, armable y desarmable, su habitabilidad debe considerar la disposición de una cubierta aislante impermeabilizada, asilamiento energético eficiente, sistema eléctrico, calefont, ventilación adecuada y conexión de agua y alcantarillado.

A partir de los requerimientos mencionados anteriormente, se necesitan diseños de vivienda de emergencia que permitan resolver creativamente los problemas referentes a materialidad, tamaño, forma, funcionalidad y durabilidad, siempre tratando de hacerlo al menos costo y no al revés, generar una solución a un costo predeterminado. Además, es de suma importancia que las familias damnificadas participen activamente en el proceso de diseño de la vivienda, de esta forma las personas afectadas no se transforman en un objeto de ayuda Estatal, si no en un sujeto participante en un periodo incierto y doloroso ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

La actual vivienda de emergencia otorgadas en Chile se puede ver en la imagen 4.1.



**Figura 4.1:** Modelo de vivienda de emergencia utilizada en Chile

Fuente: ([ONEMI, 2015](#))

### **Estándar mínimo de la vivienda de emergencia**

La vivienda de emergencia debe considerar características técnicas y terminaciones según zona climática, de modo que las familias que reciban este hogar para vivir tengan un confort térmico y habitabilidad apropiada a la situación que se vive.

En cuanto a la aislación que debe tener una vivienda de emergencia, esta debe considerar aislación de tipo térmica (según zona térmica de su emplazamiento) y acústica. También, debe tener iluminación y ventilación natural (al menos una ventana por recinto habitable de 0,5 metros cuadrados), sello de aire, resistencia al fuego, impermeabilización, protección contra el viento y seguridad familiar.

Además de las características técnicas mencionadas anteriormente, la vivienda de emergencia debe poseer un estándar mínimo de ocupación, es decir, un mínimo de metros cuadrados por persona. Según la ONU la vivienda de emergencia debe considerar que por cada persona debe haber 9 metros cuadrados. Por otro lado, según la Organización Mundial de la Salud la vivienda de emergencia debe tener una superficie cubierta por persona de 3,5 metros cuadrados.

En Chile no existe una norma que regule esta situación, sin embargo, el Ministerio de obras

públicas en su publicación “Guía practica para la vivienda de emergencia” establece un estándar mínimo de ocupación de 6 metros cuadrados por persona, mencionando que es un espacio propicio para que la familia pueda tener un espacio común para compartir y además, poder poseer habitaciones con mayor privacidad, considerando siempre que la habitabilidad de este tipo de vivienda puede extenderse de 4 meses a 2 años ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

No es posible que desde 1960 cuando ocurre una catástrofe el problema de las viviendas se enfrente con “mediaguas”, viviendas de emergencias precarias, construidas en base a paneles prefabricados de madera y que no cumplen con los estándares mínimos de habitabilidad y seguridad. Este problema surge porque no existen estándares establecidos en Chile para responder con viviendas de mejor calidad. La regulación actual solo propone límites presupuestarios a la vivienda de emergencia sin considerar la calidad de estas mismas, las familias afectadas y el daño emocional caudado por el desastre ([Garay Moena, 2015](#)).

#### **4.2.2. Subsidios Habitacionales**

El [Ministerio de Vivienda y Urbanismo \(2016a\)](#) a través de su política habitacional “busca posibilitar el acceso a soluciones habitacionales de calidad y contribuir al desarrollo de barrios y ciudades equitativas, integradas y sustentables, todo ello bajo criterios de descentralización, participación y desarrollo. Quieren que las personas, familias y comunidades, mejoren su calidad de vida y aumenten su bienestar”.

Es por la razón que se creó el subsidio habitación, que es un certificado de subsidio para adquirir una vivienda propia, ayudando directamente a aquellas familias que no pueden financiar por sí solas su primera vivienda. En el caso de desastres se disponen de diferentes subsidios para las familias afectadas ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#)), los cuales son:

- Programa para sectores medios (DS N°40/2004)
- Programa Protección del Patrimonio Familiar (DS N°255/2006)
- Fondo Solidario de Vivienda (DS N°174/2005)
- Fondo Solidario de Elección de Vivienda (DS N°49/2011)
- Programa para sectores medios (DS N°01/2011)
- Programa Extraordinario de Reactivación con Integración Social (DS N°116/2014)

En el sitio web del [Ministerio de Vivienda y Urbanismo \(2016a\)](#) se pueden encontrar diversos documentos donde se detalla en mayor profundidad los subsidios otorgados en las diferentes catástrofes ocurridas en el último tiempo en Chile. A continuación se detallan algunos de los subsidios otorgados:

Erupción Volcán Calbuco: Para las familias que perdieron la su vivienda durante la tragedia se les otorgó el “Subsidio construcción sitio residente” que confiere un monto máximo de 1350 UF. En la imagen 4.2 se desglosan los montos a subsidiar.



| MONTOS SUBSIDIOS | SUBSIDIO TIPO DE DAÑO                                                                                             | SUBSIDIO DE REPARACIÓN |               |            | SUBSIDIO CONSTRUCCIÓN SITIO RESIDENTE |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|------------|---------------------------------------|
|                  |                                                                                                                   | DAÑO LEVE              | DAÑO MODERADO | DAÑO MAYOR | IRREPARABLE                           |
|                  | SUBSIDIO BASE                                                                                                     | 40                     | 100           | 200        | 600                                   |
|                  | LIMPIEZA                                                                                                          |                        | 20            | 20         | 20                                    |
|                  | DEMOLICIÓN                                                                                                        |                        |               | 40         | 80                                    |
|                  | ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO                                                                                         |                        | 120           | 120        | 120                                   |
|                  | SERVICIOS BÁSICOS                                                                                                 |                        | 90            | 90         | 100 o 200                             |
|                  | EFICIENCIA ENERGÉTICA<br>Sistema Solar Térmico<br>Colector Solar Fotovoltaico<br>Sistema de Calefacción Eficiente |                        | 110           | 110        | 110                                   |
|                  | REPOSICIÓN DE RECINTO                                                                                             |                        | 120           | 120        |                                       |
|                  | PERTINENCIA                                                                                                       |                        | 30            | 30         | 100                                   |
|                  | RECINTO COMPLEMENTARIO                                                                                            |                        |               |            | 120                                   |
|                  | REGULARIZACIÓN                                                                                                    |                        |               | 30         |                                       |
|                  | MONTO MÁXIMO                                                                                                      | 40                     | 590           | 760        | 1.350                                 |

**Figura 4.2:** Subsidios otorgados a las familias damnificadas por la erupción del Volcán Calbuco en UF  
Fuente: ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016a](#))

Terremoto Región de Coquimbo año 2015: En el caso de las familias damnificadas por el terremoto y tsunami, aquellas que perdieron su vivienda pudieron optar al subsidio “Reposición de vivienda en sitio residente” con un monto máximo de 1025 UF. En la imagen 4.3 se detalla los montos a subsidiar:

| SOLUCION                                  | TIPO DE SUBSIDIOS                                 | MONTO EN UF |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------|
| REPARACIÓN                                | <b>TARJETA BANCO DE MATERIALES</b>                | 50          |
|                                           | <b>AUTOCONSTRUCCION ASISTIDA:</b>                 |             |
|                                           | <b>TRAMO 1</b>                                    |             |
|                                           | Adquisición de materiales                         | 60          |
|                                           | Mano de obra                                      | 60          |
|                                           | Asistencia Técnica                                | 20          |
|                                           | <b>TRAMO 2</b>                                    |             |
|                                           | Adquisición de materiales                         | 90          |
|                                           | Mano de obra                                      | 90          |
|                                           | Asistencia Técnica                                | 25          |
|                                           | <b>REPARACION DAÑO MAYOR PROYECTO ESTRUCTURAL</b> |             |
|                                           | Subsidio Base                                     | 120         |
|                                           | Servicios Sanitarios                              | 80          |
|                                           | Arquitectura local                                | 100         |
|                                           | Recinto adicional                                 | 120         |
|                                           | Habilitación                                      | 100         |
|                                           | Regularización                                    | 7           |
|                                           | Asistencia Técnica                                | 27          |
|                                           | Fiscalización obras                               | 12          |
| REPOSICIÓN DE VIVIENDA EN SITIO RESIDENTE | <b>SUBSIDIO BASE</b>                              | 550         |
|                                           | Servicios Sanitarios                              | 100         |
|                                           | Arquitectura local                                | 100         |
|                                           | Recinto adicional                                 | 120         |
|                                           | Habilitación                                      | 100         |
|                                           | Eficiencia Energética                             | 55          |
|                                           | Asistencia Técnica                                | 45          |
|                                           | Fiscalización obras                               | 20          |
| ADQUISICION DE VIVIENDAS                  | <b>Vivienda Nueva</b>                             | 1.000       |
|                                           | Asistencia Técnica                                | 20          |
|                                           | <b>Vivienda Usada</b>                             | 800         |
|                                           | Asistencia Técnica                                | 30          |

**Figura 4.3:** Subsidios otorgados a las familias damnificadas por el terremoto en la region de Coquimbo en UF  
Fuente: (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016a)

Incendio de Valparaíso 2014: Para aquellas familias que perdieron su hogar en el gran incendio que afectó a la ciudad de Valparaíso se les otorgó el subsidio “Construcción en sitio propio o densificación predial con pago de subsidio posterior”, que consiste en construir una vivienda de más 45 m<sup>2</sup> con un monto máximo de subsidio de 1180 UF, en donde:

- 600 UF para construcción
- 80 UF para demolición y retiro de escombros
- 300 UF para habilitación del terreno
- 70 UF por Asistencia Técnica
- 20 UF por discapacidad
- 50 UF incremento por densificación (vivienda de 55 m<sup>2</sup> y 5 recintos)

Además, el estado de Chile otorga otros subsidios a las familias que quieran comprar una casa nueva o usada, y también para reparar sus propios hogares afectados por algún evento catastrófico, pero para efectos de la investigación no se detallarán.

#### 4.2.3. Vivienda social Definitiva

“El derecho a la vivienda es un derecho humano universal y reconocido en más de 100 Constituciones nacionales de todo el mundo. Es asimismo aquel derecho social fundamental que protege el interés que tiene toda persona a vivir en seguridad, paz y dignidad en alguna parte. La satisfacción de este derecho o su contenido esencial se traducen en contar con una vivienda que permita disponer de un lugar donde poderse aislar y refugiar, con un espacio, seguridad, iluminación, ventilación, infraestructura básica y servicios básicos adecuados”.

También, el derecho a la vivienda se puede entender desde diferentes perspectivas:

- Según la Oficina del Alto Comisionado de la Organización de las Naciones Unidas para Los Derechos Humanos, indica que la vivienda es aquella donde las familias puedan vivir con seguridad, paz y dignidad, entendiéndose como un derecho que es parte un artículo de la declaración de los derechos humanos.
- Desde el punto de vista de la administración, el derecho a una vivienda digna es deber del estado que esta cumpla con los requisitos mínimos en cada una de las familias. Es decir, el estado debe legislar y regular a través de políticas públicas, con el fin de satisfacer las necesidades colectivas de las personas ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

La página web del Ministerio de Vivienda y Urbanismo ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016a](#)) explica cuáles son los aspectos principales que debe tener la vivienda que se adquiere por subsidio habitacional, dado que ellos afirman que la vivienda es el bien más importante para una familia y que por lo general es el mayor valor económico que llegan a poseer. Entonces, ¿Cuáles son las características de las viviendas? Lo primero que debe poseer es calidad, al igual que cuando se adquiere cualquier otro producto o servicio en el mercado, es decir, la vivienda debe tener las características necesarias para que la familia pueda disfrutarla plenamente durante mucho tiempo. Tales requisitos se pueden resumir en 4 categorías:

1. Seguridad: La vivienda debe proteger a la familia en caso de sismos, incendios, vientos excesivos, desbordes de canales y ríos, tormentas, entre otros desastres. A la vez, que se pueda ocupar sin peligros de accidentes.

2. **Habitabilidad:** La familia beneficiaria debe adquirir una vivienda donde pueda vivir en espacios adecuadamente habitables, que sean cómodos, suficientes y confortables. Para lograr este objetivo, la vivienda debe brindar un medio ambiente adecuado, donde se pueda controlar la temperatura, la humedad, la calidad del aire y la luz. Además, debe tener espacios suficientes y ordenados, de acuerdo a los hábitos y necesidades de la familia.
3. **Durabilidad:** La vivienda, con una adecuada mantención, debe durar muchos años sin sufrir mayor deterioro. Esta debe ser durable, fácil de limpiar y económica de mantener. Esto es de suma importancia, puesto que si no se realiza una correcta mantención se deberá gastar dinero en el futuro que no está considerado inicialmente.
4. **Belleza:** Además de los requisitos mencionados anteriormente, es de suma importancia que la vivienda que adquiera la familia les guste, que sea de su agrado y que les parezca bonita. Este criterio es subjetivo y depende de cada familia, por lo tanto es uno de los aspectos menos relevantes.

## 4.3. Vivienda y Sustentabilidad

### 4.3.1. Sustentabilidad

La sustentabilidad desde los años 90 se convirtió en el modelo dominante del desarrollo social. Hay un consenso general a nivel mundial que el desarrollo sustentable debería ser la principal preocupación de las políticas locales, regionales y supranacionales. En 1992 se desarrolló la conferencia de mediamente y desarrollo de las Naciones Unidas (UNCED), donde el tema de la sustentabilidad ganó importancia. En esta cumbre se trataron investigaciones y de los pasos a seguir en los años siguientes en temas de sostenibilidad (Cerde y Vera, 2008).

Existen tres dimensiones en el desarrollo sustentable: medioambiental, social y económica, las que se complementan mutuamente, en teoría. Estas dimensiones se describen en orden jerárquico, puesto que “la economía es parte de y depende de la sociedad, la que existe dentro de un medioambiente y es dependiente de él”. Cada política sustentable debe tomar en cuenta los impactos en estas tres dimensiones, necesariamente (Cerde y Vera, 2008).

En el caso de la dimensión económica, ésta se refiere a cómo lograr un crecimiento económico sin alterar el medioambiente y las condiciones de vida. El principal objetivo es optimizar el problema de cómo obtener un buen crecimiento económico y a la vez proteger el medioambiente.

En cuanto a la dimensión social, se refiere a cómo las personas pueden aumentar su bienestar a través de actividades que eviten dañar el medioambiente, cuidando los recursos naturales que poseen. Finalmente, la dimensión medioambiental se representa las metas para la conservación de las bases naturales de la vida. Esto incluye la preservación de la biodiversidad, manejo de las energías renovable y no renovables, siempre optimizando el uso de los recursos (Cerdeña y Vera, 2008).

#### 4.3.2. Vivienda social sustentable

La vivienda no es solo el lugar físico en donde vivimos, es también, la renovación de las comunidades y la creación de espacios donde la gente vive continuamente y trabaja para las generaciones presentes y futuras. La vivienda también ofrece los servicios esenciales y servicios de infraestructura necesarios entre las necesidades humanas indispensables para una vida segura y cómoda en el entorno construido. Hay evidencia que la vivienda encamina a las personas un desarrollo social y económico; así como proporcionar un vínculo entre el crecimiento de un entorno, y sus resultados sociales y económicos. La vivienda en términos de construcción, entre otras cosas ofrece: alojamiento, Trabajos, educación, salud, y debe ser: accesible, higiénica, estéticamente agradable y también sustentable (Ihuah et al., 2014).

La vivienda se define como el proceso de proporcionar seguridad, comodidad, funcionalidad, y refugio a las personas en un ambiente adecuado dentro de un barrio. Se espera que esto sea, apoyado por el mantenimiento continuo del entorno construido para las actividades de la vida cotidiana de los individuos y familias dentro de la comunidad, mientras que refleja las aspiraciones socio-económicas, culturales y preferencias de las personas (Sodagar y Starkey, 2016).

En materia de vivienda social sustentable, existen diversas definiciones, la UE define la vivienda social sustentable en términos relativos a: la calidad de la construcción, factores sociales y económicos, los impactos psicológicos y la eficiencia en cuanto al uso de los recursos no renovables en el entorno construido. Además, la vivienda sustentable forma parte de las tres dimensiones del desarrollo sostenible y, como tal, incluye: la protección del medio ambiente natural, protección de los recursos naturales básicos, la protección de la salud humana y el bienestar, protección de los valores sociales y de los bienes público y la protección y preservación del capital y los bienes materiales. Por otra parte, un estudio concluyó que la vivienda sustentable minimiza los costos del ciclo de vida, reduce el uso de la tierra, de la materia prima, emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes, impactos sobre el medio ambiente y ofrece protección y confort a las familias (Ihuah et al., 2014).

El desarrollo de vivienda sustentable se basa en un equilibrio adecuado entre los objetivos ambientales, sociales y económicos. Se lleva a cabo la integración de los factores ambientales, sociales y económicos en la planificación, la ejecución y la toma de decisiones a fin de garantizar que el desarrollo sirva para las generaciones presentes y futuras. Por lo tanto, los resultados de la aplicación de los procedimientos de viviendas sostenibles se definen como las prácticas que se esfuerzan por la calidad integral en términos de desempeño ambiental, social y económico (Husin et al., 2015).

Finalmente, una vivienda sustentable se fundamenta en los siguientes factores:

- **Vivienda y sustentabilidad ambiental:** La industria de la vivienda es un importante contribuyente al cambio climático, al agotamiento de los recursos y a la contaminación a nivel global. En este sentido, la sostenibilidad ambiental previene efectos dañinos e irreversibles en el medio ambiente por el uso eficiente de los recursos naturales y renovables, así como la protección del suelo, el agua y el aire de la contaminación. La sustentabilidad ambiental también se refiere a la extracción de recursos naturales. Aunque los constructores tienen poca influencia sobre la extracción de recursos naturales, que pueden ayudar a desalentar esta actividad, exigiendo menos recursos naturales no renovables, más materiales reciclados, y el uso eficiente de los recursos energéticos y minerales. En cuanto a la sustentabilidad del medio ambiente, la construcción de viviendas debe considerar la energía renovable, la eficiencia energética, la ecología, la conservación, la contaminación del aire, calidad ambiental interior, el sitio y la utilización sostenibles de la tierra y la gestión (Husin et al., 2015).
- **Vivienda y sustentabilidad social:** La sustentabilidad juega un papel importante a nivel social, es decir, tiene la capacidad de proporcionar el acceso a una buena educación, a la creación de fondos de comercio y a promover el interés en diversos campos. En primer lugar, los problemas significativos que influyen en la zona, como la mala salud, el crimen y excepciones sociales deben ser considerados, antes de cualquier evaluación a una vivienda. Además, el bienestar social se refiere a los beneficios a los trabajadores y de los futuros usuarios. Básicamente, este aspecto tiene que ver con los sentimientos humanos: la seguridad, la satisfacción, la seguridad, la comodidad y las contribuciones humanas tales como: habilidades, la salud, el conocimiento y la motivación. También considera la calidad de vida, la salud, el transporte, la accesibilidad, la estética, la seguridad y molestias a los vecinos (Husin et al., 2015).
- **Vivienda y sustentabilidad económica:** Desde la perspectiva de sustentabilidad económica,

la adopción de principios de sustentabilidad es la mejora del rendimiento de la propiedad y la durabilidad como consecuencia del mantenimiento y los costos de operación durante la duración del ciclo de vida del proyecto de vivienda. La implementación de principios sostenibles también pueden proporcionar excelente espacios de trabajo que resultan en un aumento de los niveles de productividad de los ocupantes. El aumento de la sustentabilidad económica es posible mediante el uso eficiente de los recursos (humanos, materiales y financieros). Por otro lado, la industria de la construcción debe tener en cuenta la disponibilidad de viviendas, coste del ciclo de vida de la vivienda, los gastos de renovación y desarrollo, mejora del negocio, cumplimiento legislación, rentabilidad y gestión de riesgos (Husin et al., 2015).

#### 4.3.3. Estándares mínimos para proyectos de viviendas con eficiencia energética

“El desempeño energético de las viviendas estará sujeto a la eficiencia de cada uno de sus sistemas consumidores de energía, los que presentan mayores potencialidades de mejora en términos de eficiencia energética”. Además de los sistemas que consumen más energía en la vivienda, también hay que considerar la envolvente de la construcción, puesto que de ella se producen intercambio de calor con el exterior, obteniendo pérdidas y ganancias de energía en el interior del hogar. Por lo tanto, las características y propiedades técnicas de esta influyen directamente en el consumo global del edificio.

En cuanto a los estándares mínimos de aislación térmica, existen 4 alternativas para cumplir con las condiciones establecidas por la ley:

1. Incorporar un material aislante etiquetado con el R100 en techos, muros y pisos, cuyas condiciones mínimas están rotuladas en la norma técnica Nch 2251.
2. Certificar la vivienda en un Laboratorio de Control Técnico de Calidad de Construcción, en donde se revela la resistencia térmica real de los muros, techos y pisos.
3. Contratar un profesional para que realice el cálculo de la resistencia térmica de los pisos, muros y techos, de acuerdo a lo señalado en la norma Nch 853.
4. Usar una solución constructiva que estén inscritas en el “listado oficial de soluciones constructivas para condicionamiento térmico, confeccionado por el ministerio de vivienda y urbanismo.

Además, el MINVU creo la norma Nch 1079-2008, la cual se basa en un conjunto de variables

meteorológicas que define el clima, de las cuales las mas importantes son la oscilación térmica diaria de las diferentes localidades del país, la nubosidad, radiación solar, horas de sol diarias, intensidad y dirección del viento, nivel de precipitaciones, vegetación y humedad.

Finalmente, se debe cumplir con la reglamentación térmica de vivienda vigente desde el año 2000 en Chile. En ella se define la resistencia térmica total mínima que debería tener el techo de una vivienda, disminuyendo significativamente las pérdidas de calor por a través de dicha estructura. Gracias a esta norma se ha mejorado considerablemente la habitabilidad de las viviendas, sobre todo en invierno cuando las temperaturas son casi extremas en algunas zonas del país. Existen 7 zonas climáticas en el país definidas en base al criterio de los grados día de calefacción anuales, los que se estimaron para las diferentes regiones del país. En la tabla 4.1 se exponen las transmitancia térmicas máximas para cada zona térmica del país.

**Tabla 4.1:** Transmitancia térmica maxima para cada zona térmica

| Zona térmica | U techo ( $W/m^2^{\circ}C$ ) | U muros ( $W/m^2^{\circ}C$ ) | U piso ( $W/m^2^{\circ}C$ ) |
|--------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1            | 0,84                         | 4                            | 3,6                         |
| 2            | 0,6                          | 3                            | 0,87                        |
| 3            | 0,47                         | 1,9                          | 0,7                         |
| 4            | 0,38                         | 1,7                          | 0,6                         |
| 5            | 0,33                         | 1,6                          | 0,5                         |
| 6            | 0,28                         | 1,1                          | 0,39                        |
| 7            | 0,25                         | 0,6                          | 0,32                        |

Fuente: (Ministerio de Obras Publicas, 2014)

## 4.4. Casos en chile y el mundo

### 4.4.1. Viviendas

#### Beijing, China

La imagen 4.4 es el prototipo de vivienda de emergencia que utilizan en china en caso de desastre natural o catástrofes provocadas por el hombre. Su diseño está hecho para soportar condiciones casi insoportables y su principal objetivo es albergar a las familias momentáneamente, viviendo al borde de la supervivencia (Ministerio de Obras Publicas, 2014).

El Ministerio de Obras Publicas (2014) explica que el diseño de vivienda de emergencia desarrollado en China se basa en diez puntos fundamentales:

- Uso universal: Este prototipo se puede usar en cualquier lugar del mundo. Su desarrollo

permite, con pequeñas modificaciones, ser ubicada en cualquier sector donde se presente una catástrofe. Por ejemplo, en climas fríos se puede agregar aislación y una estufa, remover puertas y ventanas en climas cálidos, o remplazar materiales por aquellos que se dispongan en la zona.

- **Resultados efectivos:** Los materiales utilizados son económicos y utiliza maderas delgadas dispuestas a postensión que le dan resistencia estructural. Las esbeltas secciones de bambú dispuestas para sostener el techo de nylon son tan resistentes que poseen la misma fuerza de un arco cuando lanza una flecha.
- **Económico:** Se utilizan materiales de bajo costo que estén disponibles en las zonas locales. Éstos materiales son livianos, resistentes y reemplazables por otros.
- **Fácil transporte:** Todas las partes se pueden ensamblar para trasladarlas cómodamente.
- **Armado fácil:** Todas las conexiones son por simple fricción entre partes macho-hembra, las cuales son aseguradas con herrajes.
- **Materiales renovables:** La vivienda de emergencia ha sido construida solo de bambú, uno de los materiales más renovables del mundo.
- **Prefabricado digitalmente:** El hecho que sea de prefabricación digital hace que el proyecto sea más económico, puesto que se puede aumentar la velocidad de producción y montaje, gracias a la precisión de las partes.
- **Obra abierta:** Gracias a su forma biaxial puede ser fácilmente combinada con otras estructuras, si se desea.
- **Urbano y local:** Su geometría de cruces, organizada en grupos, permite generar espacios con mucha flexibilidad que puede sugerir un contexto urbano o un campo de casas desplegadas en el paisaje.
- **Flexibilidad de uso:** La disposición de los espacios interiores, permite dividir la vivienda en hasta 4 unidades.



**Figura 4.4:** Vivienda de emergencia utilizada en Beijing, China / Arquitectos Pablo Castro, Jennifer Lee  
Fuente: ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#))

### Onagawa, Japón

El arquitecto Shigeru Ban creó una vivienda de emergencia caracterizada por ser liviana y de carácter temporal, donde materiales reutilizables, económicos y accesibles son fundamentales para el diseño. Este diseño es fácil de construir y transportar, resistentes y de bajo costo, ideal para situaciones de catástrofes.

La ciudad costera de Onagawa, Japón, sufrió un fuerte terremoto en el año 2011, dejando 3800 de sus 4500 viviendas dañadas. Tras esta situación, el gobierno financió a Ban para que creara un plan estratégico, con el fin de construir viviendas temporales. El terreno donde debía construir las viviendas no era apto para fabricar casas de emergencia de un solo piso, puesto que no había espacio suficiente. Por ende, Ban propuso construir viviendas de 2 o 3 pisos compuestas por constainers, lo que le brinda un sistema modular que permite generar grandes estructuras a partir de una pequeña (ver imagen 4.5) ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).



**Figura 4.5:** Viviendas de emergencia de Shigeru Ban post-desastre en Japón

Fuente: ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#))

#### 4.4.2. Proyectos

**Proyecto FONDEF D09I1058, Universidad de Chile., “Desarrollo de bases técnicas y normativas para prototipos de vivienda modular, con énfasis en soluciones de emergencia, bajo criterios técnicos, geográficos y económicos que mejoren su eficiencia y funcionalidad**

El proyecto Fondef D09I1058 consistió en desarrollar bases técnicas y normativas para prototipos de vivienda de emergencia. Para dar información complementaria al proyecto, se crearon manuales de fabricación, instalación, especificaciones técnicas y reglamento para este tipo de viviendas. Hoy en día las viviendas de emergencia no tienen ninguna reglamentación técnica, puesto que no depende del ministerio de viviendas, si no que depende del Ministerio del Interior. En este sentido las viviendas de emergencia actualmente no están reguladas por ninguna entidad. Es por esto que este proyecto se hizo con la participación de distintos organismos públicos, con los cuales se llegó a un conceso de cuales deberían ser las especificaciones técnicas para viviendas según distintas variables que afectan a su calidad.

Para llevar a cabo el proyecto se diseñó, fabricó, instaló y evaluó 5 viviendas de emergencias

dispuestas en distintas zonas climáticas del país. Por lo tanto, la información que recopilaron está comprobada en la vida real. Esto implica dar garantías técnicas a fabricantes que quieran seguir las especificaciones que el proyecto proporcionó, usando siempre la madera como materia prima principal, dado su abundancia en nuestro país.

Actualmente, la reglamentación brindada por el proyecto está siendo discutida por la cámara de diputados, con el fin de hacerlo proyecto de ley. De esta forma, “a través de la reglamentación las autoridades podrán establecer nuevos procedimientos con los privados, de forma que el estándar mínimo se cumpla, pudiendo modificarse el diseño y los materiales, pero no los criterios mínimos establecidos, vale decir estanquidad al agua y al viento, confort térmico, durabilidad probada de mínimo 5 años, resistencia mecánica-sísmica y al fuego equivalente a las viviendas sociales regidas por la OGUC”. En la imagen 4.6 se puede observar el prototipo de vivienda utilizada.



**Figura 4.6:** Vivienda de emergencia utilizada en el proyecto FONDEF D09I1058  
Fuente: ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#))

### Proyecto Esfera 2011

El proyecto Esfera, “iniciado en 1997 por organizaciones no gubernamentales, el Movimiento Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, con el fin de elaborar un conjunto de normas mínimas universales para respuestas humanitarias, indica que la vivienda es un derecho de toda persona, lo que implica que esta debe tener ciertas cualidades técnicas que permita vivir

con tranquilidad, dignidad y seguridad. Además, debe dar protección a las familias en casos de desalojos forzados y derecho a la restitución.

- Según el proyecto, una vivienda debe tener las siguientes características:
- Un espacio mínimo que proteja con el frío, humedad, lluvia, viento y en general todas aquellas condiciones que crean un habitar propicio para la aparición de enfermedades en las personas.
- Infraestructura necesaria e instalación de servicios básicos.
- Debe tener acceso universal, es decir, debe ser ubicada en un lugar que este lo suficientemente cerca de servicios de salud y educación.
- Acceso de recursos naturales, como agua potable, energía eléctrica, calefacción, servicios de saneamiento, instalaciones de higiene, medios para la conservación de alimentos, con el fin de que la familia pueda autoabastecerse.
- Las políticas de construcción de viviendas deben permitir la diversidad cultural y respetar lo que cada familia quiere ella, es decir, las personas deben participar activamente en el diseño de estas.

#### **Vivienda de Emergencia Definitiva (VED), Chile**

El proyecto VED surge de una investigación de magister de John Saffery Gubbins a partir de los problemas que existen con la actual vivienda de emergencia, dado que esta se utiliza por un tiempo mayor al establecido por su calidad constructiva.

La propuesta de vivienda del proyecto mantiene la madera como material constructivo esencial, por su resistencia a movimientos telúricos, además se diseña un sistema de paneles y pilares que permite ampliar la vivienda, generando la oportunidad de moverlos y reubicarlos sin comprometer toda la estructura de la vivienda.

Las dimensiones de la vivienda es de 2,44 x 8,54 metros que incorpora un espacio habitable que contiene dos pisos de altura, un baño, una terraza de acceso techado y un espacio de almacenaje entre el baño y el recinto habitable. La principal característica de esta vivienda (ver imagen 4.7) es su diseño arquitectónico que, con un techo en forma de V, permite salir del paradigma del paralelepípedo que se utiliza comúnmente en la mayoría de las mediaguas.



**Figura 4.7:** Prototipo de vivienda de emergencia del proyecto VED  
Fuente: ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#))

### **Vivienda de Emergencia para Madres Solteras, Argentina**

Este proyecto surgió por parte de un grupo de arquitectos para dar solución habitación en el corto plazo a un grupo de madres solteras de la localidad de Cultral Có, Argentina. Para esto se planteó un módulo base de vivienda que permitiera ser ampliado y aplicar transformaciones en el futuro, incluyendo a las beneficiarias para que participaran en las proyecciones de diseño que ellas deseaban.

En este proyecto se propone que es clave la participación de las personas en el diseño a la hora de crear un espacio que sea agradable al habitarlo. También, se propone una estructura fácilmente transportable, utilizando materiales de gran resistencia y durabilidad que dan características de una vivienda definitiva a las familias.

Su forma de container permite ser fácilmente trasladado y, a su vez, ser utilizado inmediatamente luego de ser descargado en el lugar donde se estime conveniente. Por otra parte, la vivienda está hecha de hormigón armado, lo que permite que poseer una barrera térmica y acústica acorde a condiciones climáticas adversas. La imagen 4.8 muestra el diseño de esta vivienda de emergencia.



**Figura 4.8:** Vivienda de emergencia diseñada por 4L ARQ  
Fuente: ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#))

### **Emergency Urban Deck E.U.D, Concurso Nacional de Escuelas de Arquitectura, 17 Bial de Arquitectura 8.8 Re- Construcción**

Este proyecto, desarrollado por alumnos y profesores de la escuela de arquitectura de la Universidad de Santiago, propone un contenedor equipado junto con una plataforma desplegable en base a gradas telescópicas, que se sostienen con unas vigas alveolares niveladas en terreno mediante pilotis hidráulicos. Además, se compone de un kit de servicios como aljibes plásticos, generador de energía eléctrica y una cubierta retráctil.

Esta vivienda (ver imagen 4.9) está diseñada para zonas críticas donde las familias afectadas viven cercas de quebradas o en suelos inestables, que han sido afectados por lluvia, aluviones o desbordes de agua.



**Figura 4.9:** Prototipo de vivienda de emergencia presentado por la Universidad de Santiago  
Fuente: (Ministerio de Obras Publicas, 2014)

#### 4.4.3. Estudios

##### **Informe ONEMI: “Comparación de soluciones habitacionales de emergencia”**

Este estudio fue desarrollado por la ONEMI luego de ocurrido el terremoto de Arica y Parícuta, y el incendio de Valparaíso en el año 2014, con el fin de realizar una comparación entre las soluciones habitacionales de emergencia entregadas por la oficina nacional de emergencia del ministerio del interior y seguridad pública. Las viviendas de emergencia entregadas en las últimas emergencias han sido de dos tipos:

- Vivienda de tipo 1 (Región de Tarapacá): Vivienda de emergencia con una superficie de  $19,3 \text{ m}^2$ , adquirida por la ONEMI y por separado se compró el kit eléctrico, sanitario y de aislación, provocando una mala coordinación entre las empresas proveedoras. Este problema generó que hubiera retrasos en las entregas de las viviendas a las familias damnificadas. El costo total de la vivienda fue de 103.6 UF, es decir,  $5,5 \text{ UF/m}^2$ .
- Vivienda de tipo 2 (Región de los Lagos): Vivienda de Smart Panel con una superficie de  $18 \text{ m}^2$ , que incluía el kit eléctrico, sanitario y de aislación, por lo tanto tuvo un montaje y entrega rápida. El valor de la vivienda ascendió a un monto de 123,7 UF, lo que significa

que el valor de un metro cuadrado construido es de 6,87 UF. En la imagen 4.10 se observa el diseño de este tipo de vivienda.



**Figura 4.10:** Vivienda de emergencia entregada en la Región de los Lagos

Fuente: ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#))

#### **Estudio CIGIDEN: “Viviendas Dignas en Modelos Integrados de Emergencia y Reconstrucción” Propuesta de criterios y alternativas para la provisión de viviendas y barrios en sistemas integrados**

Este estudio realiza un análisis a la fase de recuperación y propone una vivienda modular con respecto al rol que cumple el Sector Público, la rápida identificación de necesidades, comunicación directa con las familias afectadas, las distintas soluciones habitacionales que brinda el estado (construcción en sitio propio y construcción con relocalización), necesidad de vivienda transitorias y progresivas, y por ultimo a exploración de sistemas fabricados y prefabricados.

Su propuesta se basa en un sistema integrado de paneles de madera, la cual está bajo los estándares de calidad que exige el MINVU, es de rápida construcción con cerca de 20 viviendas diarias, fácil almacenaje y traslado, flexibilidad y ampliable en el mismo estándar (ver imagen 4.11).

Finalmente, el estudio presenta un comparativo entre la vivienda de emergencia que se utiliza actualmente y la vivienda propuesta en el proyecto. Mientras que la vivienda de emergencia usada

por el Estado tiene un costo de  $1,66 \text{ UF/m}^2$ , la vivienda modular propuesta posee un valor de 3,57 UF por metro cuadrado.



**Figura 4.11:** Vivienda de emergencia propuesta por el estudio CIGIDEN  
Fuente: ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#))

### Estudio Undro

El estudio Undro fue creado 1971 por la Asamblea General de las Naciones Unidas y ha recopilado información histórica de los asentamientos de emergencia, publicando tipologías como por ejemplo, “tiendas de campaña o carpas, diseño y alojamientos importados, diseños con materiales autóctonos, viviendas temporales, distribución de materiales para mejorar los daños en viviendas, vivienda núcleo, viviendas resistentes a los peligros, reconstrucción acelerada de viviendas permanentes”.

De todos los modelos que presenta el estudio, la solución más óptima en caso de emergencia es la reconstrucción rápida, puesto que el proceso de reconstrucción se realiza de manera más eficiente, utilizando recursos locales, tanto humanos como materiales. Las otras estrategias mencionadas tienen un gran costo social y económico, y se deben utilizar en caso de que la emergencia lo amerite.

También, el estudio indica que se debe considerar siempre la variable del tiempo en cuanto a la entrega de viviendas permanentes luego de un evento de emergencia. Por lo tanto, la utiliza-

ción de viviendas de emergencias debe ser por el tiempo que corresponda siempre cumpliendo las necesidades de las personas.

## 4.5. Metodología

La metodología utilizada en esta investigación usará dos métodos para evaluar la conveniencia del proyecto casa FENIX. Por una parte, se utilizará la metodología de evaluación de proyectos sociales brindada por el [Ministerio de Desarrollo Social \(2013\)](#), la cual está enfocada principalmente en generar indicadores como lo son el VAN y TIR a partir de un flujo de beneficios netos evaluado en un horizonte de no más de 30 años. Por otra parte, se utilizará el método multicriterio, con el fin de evaluar el proyecto casa FENIX desde el punto de vista de criterios cualitativos que permitan cuantificar otros beneficios sociales que son difícil de prever en una evaluación social de proyectos. Las metodologías a utilizar se explicarán en los siguientes puntos.

### 4.5.1. Evaluación de proyectos sociales

Actualmente en Chile el Ministerio de Desarrollo Social desarrolló una metodología para poder evaluar los proyectos sociales correctamente. El documento indica que la evaluación se debe realizar en dos fases:

1. La primera fase contempla la realización de una investigación a fondo sobre el proyecto, identificando el problema, realizando un diagnóstico de la situación actual y por último generando alternativas de solución para el problema identificado. Esta primera etapa se puede observar en los capítulos 6, 7 y 8 de esta investigación.
2. En la segunda fase se encuentra la evaluación propiamente tal del proyecto. Para esta investigación se optó por realizar un enfoque de costo-beneficio, los cuales deben estar valorizados en una moneda que sea estable en tiempo. Una vez cuantificados los costos y los beneficios del proyecto, se procede a calcular los flujos de beneficios netos con un horizonte de evaluación máximo de 30 años. El documento indica que los indicadores económicos a utilizar, con el fin de tomar una decisión sobre el proyecto, son el VAN social y TIR social, detallados en las ecuaciones 4.1 y 4.2.

$$VAN_{social} = -I_0 + \sum \frac{BN_t}{(1+r)^t} \quad (4.1)$$

$$0 = -I_0 + \sum \frac{BN_t}{(1 + TIR)^t} \quad (4.2)$$

Donde:

- $I_0$ : Inversión inicial en el periodo 0
- $BN$ : Flujo de beneficio neto en el periodo t
- r: Tasa social de descuento

El proyecto casa FENIX se evaluará en un horizonte de 20 años, puesto que esta cantidad es la recomendada por el Ministerio. Además, se considera que los costos provienen de la mayor inversión que hay que realizar en la casa FENIX con respecto a la solución habitacional actual de emergencia, y los beneficios provienen de un potencial ahorro en calefacción y salud pública.

En cuanto al proyecto casa FENIX en sí, hay que mencionar que el Estado es el encargado de subsidiar las inversiones y costos, debido a que el proyecto se debe implementar con familias vulnerables y bajos recursos económicos. Por lo tanto, no se considerará en el flujo de caja la posibilidad de pedir créditos hipotecarios, de parte de las familias beneficiadas. Además, los costos asociados a las etapas de diseño, ejecución y operación no se considerarán, puesto que no generan retorno alguno y son propios de cada proyecto. De esta forma, se puede obtener un mejor análisis de los beneficios generados por la casa FENIX a partir de las mejoras en la envolvente y diseño de esta misma.

También, hay que considerar una moneda estable en el tiempo para la evaluación económica, la cual será la UF, actualizada al 9 de febrero del año 2017 a un precio de 26.302 pesos chilenos. Además, según el ministerio de desarrollo social, la tasa social de descuento actualizada para el año 2016 es de 6 %.

#### 4.5.2. Método multicriterio

Según Pacheco y Contreras (2008), el método multicriterio se fundamenta a partir del proceso decisorio que requiere de un método de comparación de alternativas de solución para poder apoyar a quien toma las decisiones. Como se exponía en el problema de investigación, comúnmente cuando se evalúa un proyecto social se trata con variables que se pueden explicar monetariamente, dejando de lado otras variables que pueden ser muy relevantes a la hora de decidir sobre una alternativa u otra.

La evaluación multicriterio permite poseer un equipo de trabajo encargado de modelar el problema a partir de la inclusión de una cantidad ilimitada de criterios que deseen, con el fin de que el único agente decidor pueda determinar cuál alternativa es la que más conviene.

Para realizar una evaluación multicriterio existen varios métodos pero comúnmente se utiliza el método AHP (Analytic Hierarchy Process), el cual se rige por 3 principios principales:

### Construcción de jerarquías

Esta etapa se centra en la construcción de un árbol de jerarquías, mostrado en la imagen 4.12, el cual se compone de criterios y subcriterios centrados en un problema. A partir de esto se pueden generar las distintas alternativas que solucionan el problema.

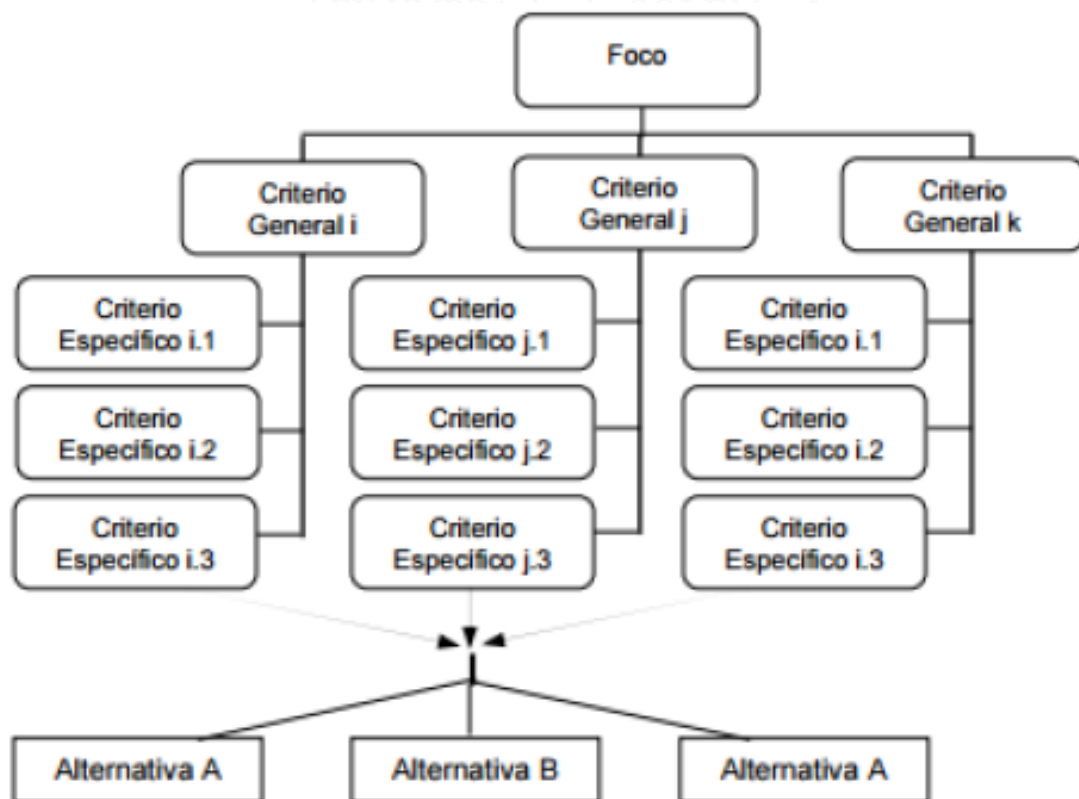


**Figura 4.12:** Ejemplo árbol de jerarquías método multicriterio

Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008)

### Establecer prioridades

Esta fase se establece el nivel de importancia de un criterio respecto a otro, con el fin de crear la matriz de prioridades. Por ejemplo, en la tabla 4.1 se muestra una matriz de prioridades

compuesta de por 3 criterios: ambiental, social y económico. Los valores representan el nivel de importancia del criterio  $i$  frente el criterio  $j$ , los cuales van en una escala de 1 a 9. Es decir, si tomamos como ejemplo el criterio social frente al criterio económico de la tabla 4.1 se puede afirmar que el indicador social es la mitad de importante que el criterio económico.

**Tabla 4.2:** Ejemplo matriz de prioridades método multicriterio

| Criterios generales | Social | Económico | Ambiental |
|---------------------|--------|-----------|-----------|
| Social              | 1      | 0,5       | 3         |
| Económico           | 0,5    | 1         | 2         |
| Ambiental           | 0,33   | 0,5       | 1         |

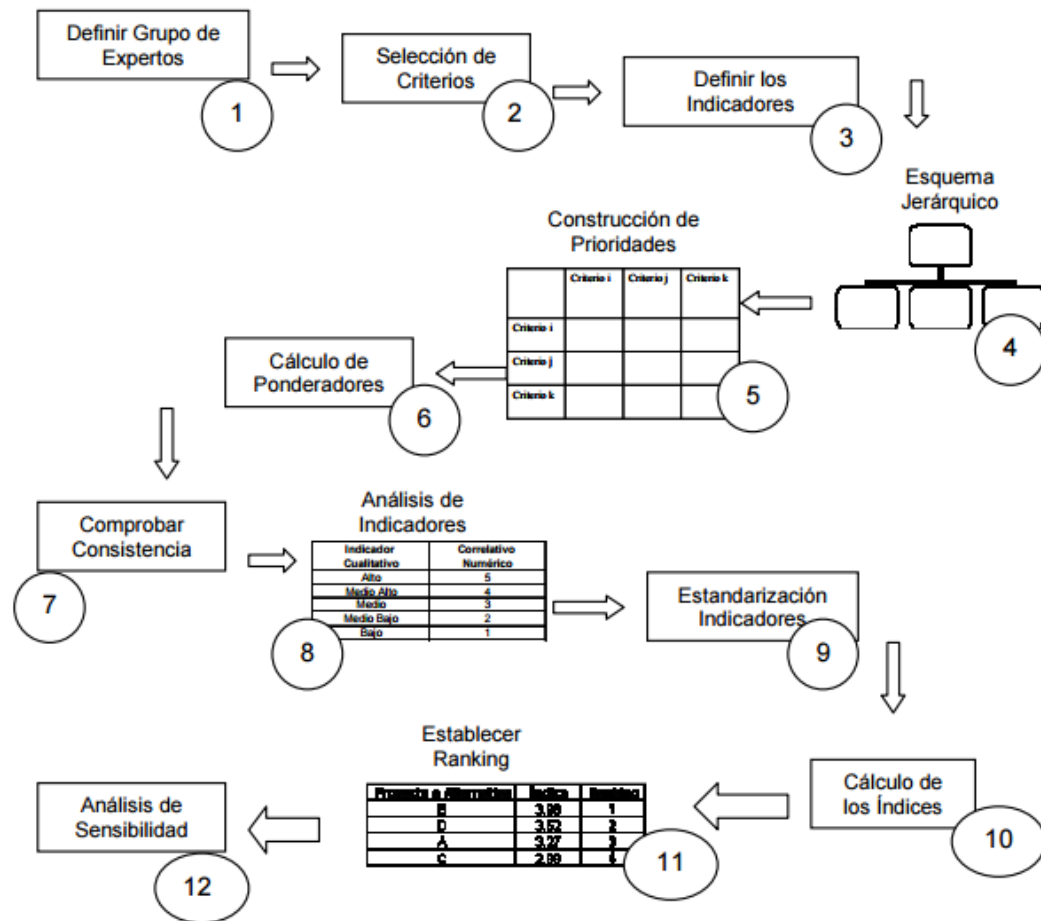
Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008)

### Consistencia lógica

Esta última fase tiene el propósito de verificar si el proceso de establecimiento de prioridades fue realizado correctamente. En este sentido, la matriz de prioridades debe cumplir dos propiedades: Transitividad de las preferencias: Si  $C1$  es mejor que  $C2$  y  $C2$  es mejor que  $C3$  entonces se espera que  $C1$  sea mejor que  $C3$ .

Proporcionalidad de las preferencias: Si  $C1$  es 3 veces mejor que  $C2$  y  $C2$  es 2 veces mejor que  $C3$  entonces se espera que  $C1$  sea 6 veces mejor que  $C3$ .

Finalmente, la imagen 4.13 muestra el proceso multicriterio que se debe seguir con extremada rigurosidad, con el fin de estar libres de sesgos que pueden distorsionar la toma de decisión.

**Figura 4.13:** Proceso evaluación multicriterio

Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008)

### Elección de alternativa

Para poder determinar que alternativa es la mejor opción, se utilizara el índice de Selección de Alternativas de Proyectos (ISAP) que es un “índice que relaciona el Costo Anual Equivalente (CAE) por beneficiario con el puntaje (P) obtenido por el proceso AHP”. ISAP se define en la ecuación 4.3.

$$ISAP = \frac{CAE}{P} \quad (4.3)$$

## 5 | Situación actual

### 5.1. Alcance

#### 5.1.1. Área de estudio

La zona geográfica que da contexto al problema en estudio corresponde a todo el territorio de Chile tri-continental, que se extiende desde el extremo norte con Perú, al nororiente con Bolivia, al este con Argentina dividida por la cordillera de los Andes y al oeste con el océano pacífico. Chile posee una superficie total de  $756.776 \text{ km}^2$ , aumentando a  $1.250.000 \text{ km}^2$  si se considera el territorio Antártico ([Ministerio de Obras Públicas, 2014](#)).

Chile contiene una accidentada geografía, incluyendo la cordillera de la costa y de los Andes, junto con 4000 kilómetros de costa marina, lo que provoca que el clima sea muy variado a lo largo del país, comenzando en el norte con un clima extremadamente árido y caluroso, hasta la zona de glaciares y de campos de hielos en el extremo sur. Dadas estas condiciones, Chile dispone de una normativa climática que divide en 9 zonas climáticas al territorio chileno, de acuerdo a características climatológicas similares que posee cada lugar ([Bustamante, 2009](#)).

#### 5.1.2. Población objetivo

Las familias que pueden optar a construir una casa FENIX son aquellas que posiblemente pueden ser afectadas por una catástrofe y, además, deben pertenecer a las familias más vulnerables del país.

Según la encuesta Casen 2015, en Chile existen 5.454.914 hogares de los cuales 567.638 hogares pertenecen a familias vulnerables, es decir, existe dicha cantidad de familias que podrían optar a ser beneficiaria del proyecto. Sin embargo, la población de referencia expuesta anteriormente se puede dividir en dos subgrupos: Los hogares que son afectados por una catástrofe y los hogares que no son afectados por una catástrofe en un momento determinado. De esta forma, el proyecto

casa FENIX solo está propuesto para aquellas familias que hayan sufrido algún desastre.

## 5.2. Demanda en periodo de emergencia

Cuando ocurre un evento con características de emergencia, desastre o catástrofe es muy importante conocer las magnitudes de los daños sociales provocados en estas situaciones, con el fin de mejorar el proceso de toma de decisiones. Algunos aspectos claves en este proceso son la rapidez con que se realiza el levantamiento de datos, la exactitud de los mismos y la preparación de los encuestadores destinados en estas situaciones (Faundez, 2016).

Para poder estimar la demanda de viviendas en situaciones de emergencia el Ministerio de Desarrollo Social tiene asignada la función de realizar y coordinar con los municipios la ficha básica de emergencia (FIBE), con el fin de identificar las familias afectadas, identificar el grado de daño a las viviendas y priorizar la respuesta del estado ante las necesidades de cada hogar (Faundez, 2016). Por otra parte, cuando un evento de emergencia afecta a las viviendas es de suma importancia coordinar el levantamiento de información con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y con todos los instrumentos de levantamiento de antecedentes que actualmente utiliza Chile (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2014).

Faundez (2016) explica que en los últimos 24 meses, es decir, entre el año 2014 y 2016, han ocurrido 7 eventos de emergencia de gran magnitud, dejando a 55.512 familias y 61 comunas afectadas. Por otro lado, en los últimos 6 años han ocurrido distintos eventos de emergencia en Chile donde ya hay información disponible para estimar la demanda. A continuación se detallan cada uno de ellos:

1. Erupción del volcán Chaitén: El 2 de mayo del año 2008, el volcán Chaitén, ubicado en la provincia de Palena, luego de un largo tiempo inactivo inició actividad eruptiva, siendo la mayor en su tipo desde que hay registros de erupciones volcánicas. Provocó una columna de gases y cenizas de más 25 kilómetros de altura que afectó a localidades de Chile y Argentina, siendo el más afectado el pueblo de Chaitén, donde se tuvieron que evacuar los 4625 habitantes que poseía. La mitad de las 1820 familias evacuadas fueron ubicadas en refugios de Puerto Montt, en Chiloé llegó el 22 % y las restantes llegaron a localidades alcanzables por tierra como Palena, La Junta y Villa Santa Lucía (Mandujano et al., 2015). El plan de reconstrucción asociado a esta catástrofe, elaborado en el año 2014, determinó que se debían atender a 240 familias, que cumplen con los requisitos para optar a beneficios del estado y

mostraron interés en realizarse en Chaitén. Hay que mencionar que el universo de familias afectadas en esta tragedia fue de 2.238 ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#))

2. Terremoto 2010: El 27 de febrero del año 2010, un gran terremoto se produjo en la zona centro sur de Chile. La magnitud de este, con posterior tsunami, fue 8.8° en la escala de Richter y afectó a un 75 % de la población del país, destruyendo 370.000 viviendas, que representa el 10 % del total viviendas de 6 regiones. El tsunami causó daños en más de 500 kilómetros de costa chilena y, junto con el terremoto, provocó el fallecimiento de 526 personas, dañó puentes, carreteras, líneas de ferrocarriles, aeropuertos, así como también 40 hospitales y 4000 colegios ([Comerio, 2013](#)). Según el catastro hecho por [Ministerio de Vivienda y Urbanismo \(2016b\)](#) 81.444 viviendas poseían daños irreparables.
3. Terremoto del norte 2014: El 1 y 2 de abril del año 2014 se produjo un terremoto de magnitud 8.2 en la escala de Richter, afectando a las regiones de Arica y Parinacota, y Tarapacá. Según informes 972.457 personas fueron evacuadas del borde costero del todo el país luego del terremoto, que provocó daños en las carreteras y en 2500 viviendas de Alto Hospicio ([de lecciones aprendidas, 2014](#)). Producto del terremoto se identificaron 13.125 viviendas dañadas, de las cuales 2.295 presentaron daños irreparables. En cuanto a las familias afectadas, en la Región de Arica y Parinacota hubieron 2.017 familias y en la región de Tarapacá fueron 12.703 familias. Todas estas familias ya fueron identificadas por el MINVU y ya forman parte para ser beneficiarios de los programas de reconstrucción ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#)).
4. Incendio de Valparaíso: El día 12 de abril del año 2014 se registró un gran incendio forestal en la comuna de Valparaíso, afectó a 7 cerros de la ciudad, dañando a un área urbana de aproximadamente 148 hectáreas, destruyendo completamente 2902 viviendas, dejando más de 12.000 damnificados y lamentablemente, 15 personas fallecidas. Hasta la fecha, este ha sido el incendio más destructivo de la historia de Valparaíso ([Observatorio Valparaíso, 2015](#)). El catastro hecho por el MINVU identificó 3.582 viviendas afectadas, de las cuales 2902 viviendas presentaron daños irreparables. Asociados a estas viviendas, hay 2.998 familias que forman parte del registro de damnificados y manifestaron su voluntad por ser atendidas ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#)).
5. Aluviones de Atacama: Según el [Gobierno de Chile \(2015\)](#) “el evento hidrometeorológico de los días 24 y 25 de marzo de 2015, que se manifestó con lluvias intensas en zonas altas

del norte grande y chico de nuestro país, generó el desborde de cauces, inundando zonas alejadas de pendientes más bajas, trayendo como consecuencia, la pérdida de vidas humanas y graves daños en viviendas e infraestructura pública”. Producto de este evento de emergencia se identificaron 8.972 viviendas dañadas, de las cuales 1.641 presentaban daños irreparables. En total existen 9.164 familias afectadas y que cumplen los requisitos para ser beneficiarios de los programas de reconstrucción destinados a este evento ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#)).

6. Erupción volcán Calbuco: El 22 de abril del año 2015 entra en erupción el volcán Calbuco, arrojando material piro clásticos a terrenos e inmuebles, además de la producción de lahares que afectaron cauces de ríos, terrenos y arrastraron viviendas. El catastro realizado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo registró 633 viviendas dañadas, de las cuales 75 presentaron daños irreparables. Además, 592 familias que forman parte del registro de damnificados mostraron su voluntad para recibir los beneficios que otorga el estado ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#)).
7. Terremoto y tsunami en Región de Coquimbo: El 16 de septiembre de 2015 se produjo un terremoto con posterior tsunami que afectó a las provincias de Choapa, Limarí y Elqui. Se catastraron 7.285 viviendas de las cuales el 29 % presentaron daños irreparables, es decir, 1.921 viviendas no pudieron volver a ser habitadas por sus familias. Actualmente hay 7.285 familias por atender y forman parte del registro de damnificados del MINVU ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#)).

Dentro del universo de viviendas que poseen daños irreparables, solo algunas familias pueden optar a beneficios del gobierno, puesto que no todos los hogares catastrados pertenecen a familias vulnerables o de bajos recursos. A continuación se expone una tabla 5.1 donde se encuentra la cantidad de familias que se deben atender por catástrofe, es decir, la cantidad de subsidios de construcción de viviendas que se deben entregar según el [Ministerio de Vivienda y Urbanismo \(2016b\)](#):

**Tabla 5.1:** Cantidad de familias por atender con subsidios de construcción en sitio propio

| Evento catastrófico             | N° de familias por atender |
|---------------------------------|----------------------------|
| Erupción del volcán Chaitén     | 234                        |
| Terremoto y tsunami 27F de 2010 | 108.545                    |
| Terremoto del Norte 2014        | 1.352                      |
| Incendio de Valparaíso          | 1.222                      |
| Erupción del volcán Calbuco     | 6                          |
| Terremoto Coquimbo              | 1.910                      |
| Aluviones Atacama               | 600                        |

Fuente: ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#))

### 5.3. Oferta de viviendas de emergencia

Chile a lo largo de su historia se ha visto vinculado con diferentes eventos destructivos de origen climatológico y telúrico, como también emergencia sociales que afectan a miles de familia año a año. Esto se debe principalmente a su ubicación el globo terráqueo, su configuración morfológica, procesos y variables de índole social, económicas y políticas. Ante situaciones de emergencia, catástrofes y amenazas, las familias que son vulnerables a estos eventos pierden a menudo sus hogares para vivir, entrando en acción el Estado a través de la entrega de viviendas de emergencia, consistente en un refugio transitorio por un periodo indeterminado, hasta que se la de la solución de un vivienda definitiva ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

Para la asignación de viviendas de emergencia, se conforma un comité de emergencia que trabaja junto con los municipios, Ministerio de Obras Publicas y Ministerio de Vivienda y Urbanismo, realizando un catastro previo, por medio de los informes Alfa y Delta:

- Informe Alfa: Se utiliza para eventos de emergencia de menor magnitud a nivel comunal, con el fin de dar a conocer daños, necesidades, planificación y los efectos del uso de recursos para este tipo de situaciones.
- Informe Delta: Este informe es complementario al informe Alfa y debe ser utilizado en un evento mayor envergadura con los mismos procedimientos.

Dichos informes “son documentos normalizados, que utilizan los directores de Protección civil y emergencia comunal, provincial, regional y autoridades correspondientes, para el registro luego de un evento o emergencia como medio de información que se utilizara para la posterior toma de decisiones”.

Además de los informes mencionados anteriormente, también se aplica la Ficha Básica de Emergencia (FIBE) de modo complementario, con el objetivo levantar información más detallada de los grupos familiares, en cuanto a las pérdidas de bienes materiales o vivienda en casos mas extremos.

Con la información obtenida de los 3 informes es posible conocer el déficit habitacional de emergencia, debido a la cantidad de viviendas dañadas o destruidas. El principal responsable de administrar esta información son los alcaldes de cada comuna afectada, que en definitiva son los responsables de distribuir las viviendas de emergencias entre las familias afectadas.

Según el informe elaborado por [Ramírez et al. \(2011\)](#), los alcaldes disponen de dos opciones para satisfacer la demanda de viviendas de emergencia descritas a continuación:

1. La primera opción es comprar directamente a un proveedor, los cuales son propuestos por las municipalidades y aprobados por el comité de emergencia a través de una pequeña evaluación. Por otra parte, la ONEMI tiene la responsabilidad de financiar las viviendas de emergencia, las intendencias deben levantar la información sobre las necesidades que hay en la emergencia y el número de viviendas que hay que entregar por comuna. Y Por último, las municipalidades son las encargadas de levantar la información por comuna y coordinar las construcciones con el ejército y voluntarios que se presenten.
2. La segunda opción es coordinar con fundaciones sin fines de lucro que han sido aprobadas por el Ministerio de Desarrollo Social. Dichas fundaciones se encargan de proveer viviendas de emergencia a todas las familias que han perdido su hogar. Un ejemplo es la Fundación un Techo para Chile que, por ejemplo, en el terremoto del año 2010 entregó 21.038 mediaguas de las cerca de 80.000 que se debían entregar.

### 5.3.1. ¿Cómo funcionan las construcciones de viviendas de emergencia?

La fundación [Fundación Un Techo para Chile \(2010\)](#) explica que las construcciones se organizan de la siguiente manera:

Detección y asignación: El personal de Un Techo para Chile en conjunto con los municipios, se encargan de verificar la necesidades de viviendas de emergencia que existen en las distintas comunas. Una vez que se cuenta con esta información, se da comienzo a la etapa de asignación de viviendas a las familias damnificadas, mediante una ficha de asignación que permite tener el control de las personas beneficiadas.

Capacitaciones: Un Techo para Chile es muy estricto con su equipo de construcciones y vela por la calidad de las viviendas de emergencia. Cuenta con especialistas que realizan capacitaciones previas a los voluntarios, con el fin de cumplir con los estándares establecidos por la institución.

Organización de escuelas: Una vez que se cuenta con la información suficiente recopilada en la etapa de detección y asignación, se determina el número de viviendas de emergencia a construir, con el fin de formar escuelas de construcciones, es decir, se trabaja para reclutar a los voluntarios, capacitarlos, definir alojamientos, alimentación, entre otros aspectos relevantes para realizar un buen trabajo en las construcciones. Existen distintos formatos de escuelas que dependen del número de viviendas de emergencia a construir, la cantidad de días destinados para la construcción y la cantidad de voluntarios reclutados. A continuación se presentan en la tabla 5.2 un resumen los 4 formatos de escuelas existentes:

**Tabla 5.2:** Formatos de escuelas para construir viviendas de emergencia

| Formato | N° de viviendas de emergencia construidas | N° de voluntarios |
|---------|-------------------------------------------|-------------------|
| 9 Días  | 70                                        | 120               |
| 7 Días  | 40                                        | 80                |
| 5 Días  | 40                                        | 120               |
| 3 Días  | 20                                        | 120               |

Fuente: (Fundación Un Techo para Chile, 2010)

Avanzadas: Antes que los voluntarios lleguen a construir al lugar, se verifican las asignaciones realizadas por los equipos regionales, con el fin de tener claro a quien se va a construir. Además, se debe tener claro si los materiales han llegado al lugar de destino y si se han repartido como se planificó. Por otra parte, se debe verificar que las sedes o gimnasios dispuestos para alojar a los voluntarios cuentan con las implementaciones necesarias para recibirlos. Por último, se debe verificar con las municipalidades que exista movilización necesaria para los voluntarios y materiales.

A continuación se presenta la imagen 5.1 donde se resume la estructura organizacional de Un techo para Chile en eventos de emergencia:

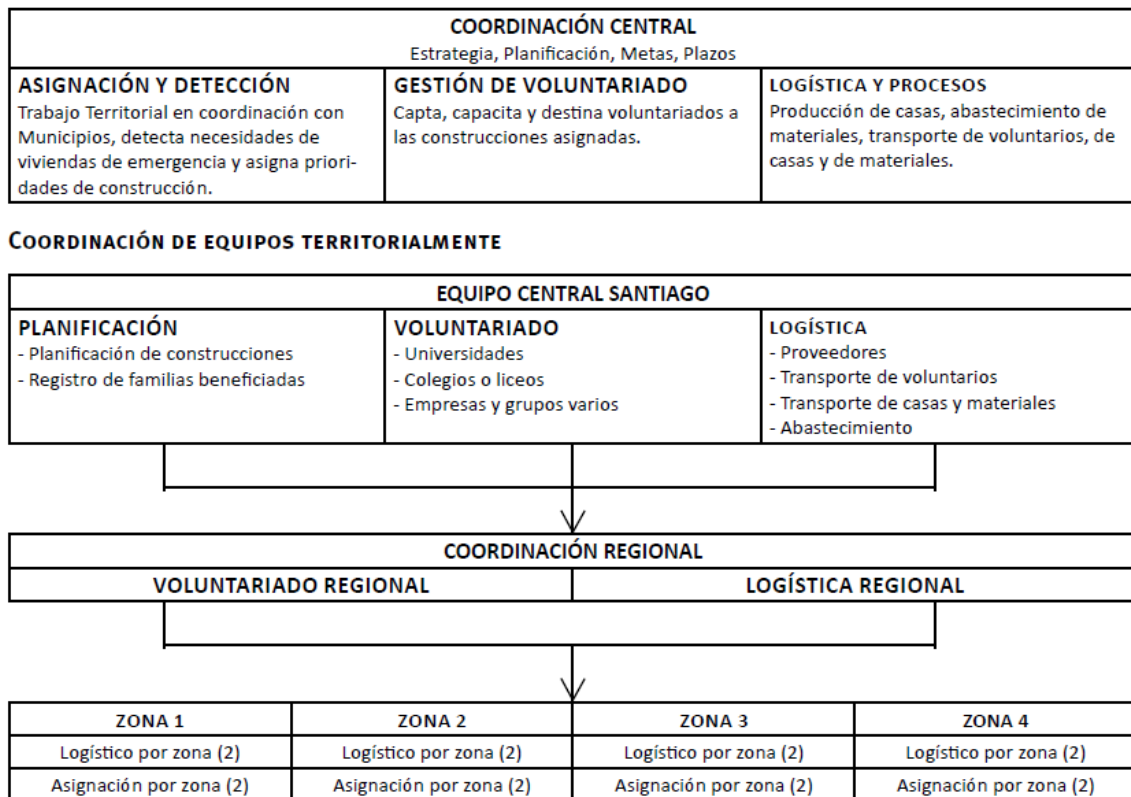


**Figura 5.1:** Estructura organizacional de Un Techo para Chile en periodo de emergencia

Fuente: (Fundación Un Techo para Chile, 2010)

### 5.3.2. Críticas a la actual vivienda de emergencia

En el último tiempo, Chile ha sufrido con situaciones de emergencia, que se han hecho frecuentes, tales como el terremoto de Arica y Parinacota, además del mega incendio de Valparaíso que, en lo que respecta a la entrega de vivienda de emergencia a las familias afectadas, ha llevado a las autoridades a enfrentar distintas denuncias vinculadas con la calidad de estas mismas.

Las actuales viviendas de emergencia utilizadas en Chile no han sido capaces de soportar inclemencias del tiempo, principalmente en meses de otoño e invierno, aumentando el malestar de las personas que ya han sufrido por el evento catastrófico previamente. Se debe mencionar que se han hecho esfuerzos por mejorar la calidad de las viviendas de emergencia, incorporando paneles térmicos estructurales pero que, sin embargo, tampoco resisten a las lluvias, lo que implica un efecto negativo sobre los mismos paneles y además, un aumento de la humedad que crea condiciones propicias para la aparición de enfermedades en las personas, especialmente en los niños y ancianos.

La consecuencia directa de estos problemas es que las autoridades se ven expuestas a cientos

de reclamos y denuncias en torno a esta situación. Este es un dilema que debe ser solucionado, puesto que la actual vivienda de emergencia está por debajo de los estándares de habitabilidad que se requiere y lejos del desarrollo que ha vivido Chile en los últimos años. Lamentablemente, este inconveniente persiste desde hace 40 años, donde pasaron de viviendas de 9 metros cuadrados y sin piso, a viviendas que entregaba el hogar de Cristo de 18 metros cuadrados, hasta las viviendas que se entregan hoy en día, que son una gran mejora con respecto a las miles que se entregaron en el gran terremoto del año 2010 ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)). Sin embargo, el incendio de Valparaíso demostró que el modelo de mediagua hecho por muchos años no era el correcto. De esta forma, se implementó un “kit de mejoramiento” a la vivienda de emergencia, que contemplan material para revestir las casas por su interior para aumentar su aislación y pintura para el exterior, con el fin de aumentar su durabilidad. En la actualidad, la ONEMI creó unos documentos con las especificaciones técnicas básicas que deben tener las mediaguas, con el fin de que las empresas que quieran realizarlas puedan guiarse y crear una vivienda de emergencia con estándares mínimos de seguridad y calidad([ONEMI, 2015](#)).

Actualmente se necesita que se diseñen viviendas de emergencias que contemple que serán utilizadas por familias severamente dañadas emocionalmente por alguna situación catastrófica, por al menos 4 meses, y en otras ocasiones por un tiempo mayor. Además, hay que considerar que aunque sea una vivienda de emergencia, las familias deben restaurar su vida normal, deben hacer vida familiar, las personas deben realizar acciones cotidianas, tales como estudiar, comer, jugar, dormir en un ambiente propicio que brinde seguridad y confort, aun en situaciones adversas. Además, hay que recalcar que la vivienda de emergencia tiene como objetivo dar solución al corto plazo a las familias afectadas por una catástrofe ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

## 5.4. Oferta de viviendas sociales definitivas

Luego de superada la emergencia y atendido a todas las familias damnificadas por el desastre, el MINVU se preocupa de asignar los subsidios habitacionales, con el fin de reparar las viviendas, construir nuevas viviendas o comprar una vivienda nueva o usada. En el caso de construir una nueva vivienda, el terreno de la familia beneficiada debe ser aprobado y certificado, puesto que no debe poseer riesgos para reconstruir en el mismo lugar. La familia beneficiada y que posee una vivienda con daños irreversibles luego de la catástrofe, puede reconstruir con sus propios medios las viviendas o contratar a una empresa para que se encargue del proceso. Actualmente en

Chile existe un registro de constructores y contratistas supervisado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Las familias que desean construir su nueva vivienda por este medio deben contratar solo a una persona o empresa que pertenezca a este registro ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016a](#)).

En cuanto al número de subsidios ofertados en los últimos eventos de emergencia, el MINVU elabora un informe trimestralmente en donde expone “los avances asociados a las catástrofes del 27F de 2010, erupción en Chaitén, terremoto de 1 y 2 de abril e incendio de Valparaíso 2014, erupción del Volcán Calbuco, terremotos del Norte Grande y de Coquimbo y aluvión de la Región de Atacama, que incluyen un catastro actualizado, instrumentos disponibles y estado de avance de soluciones habitacionales y de urbanismo”.

Los resultados entregados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo hasta octubre del año 2016 sobre los subsidios de construcción que han sido otorgados a las familias damnificadas se exponen en la tabla 5.3 ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#)):

**Tabla 5.3:** Cantidad de subsidios de construcción y adquisición otorgados

| Evento catastrófico             | N° subsidios otorgados |
|---------------------------------|------------------------|
| Erupción del volcán Chaitén     | 65                     |
| Terremoto y tsunami 27F de 2010 | 118.944                |
| Terremoto del Norte 2014        | 3.342                  |
| Incendio de Valparaíso          | 2.977                  |
| Erupción del volcán Calbuco     | 88                     |
| Terremoto Coquimbo              | 1.622                  |
| Aluviones Atacama               | 1.677                  |

Fuente: ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#))

## 5.5. Déficit

El concepto general de déficit habitacional se refiere a una cuestión bastante sencilla y que se enfoca en la cantidad de viviendas que faltan para satisfacer una determinada población. Analíticamente, el déficit habitacional se basa en dos modalidades diferentes, los cuales son el déficit habitacional cuantitativo y el déficit habitacional cualitativo.

El diagnóstico para cada una de las modalidades son diferentes, el déficit cuantitativo da cuenta de la cantidad de viviendas que una población necesita, mientras que el déficit cualitativo “pone de relieve la existencia de aspectos materiales, espaciales o funcionales que resultan deficitarios en una porción del parque habitacional existente”.

Estos diferentes enfoques tienden a ser abordados por las intuiciones públicas de distintas formas. El déficit cuantitativo motiva a la construcción de nuevas viviendas que permita satisfacer las necesidades de las familias que, por distintos motivos, no tienen un hogar para vivir en un momento determinado. Por otro lado, el déficit cualitativo provoca acciones complementarias de parte de las instituciones públicas, que se vinculan con el mejoramiento de atributos de las viviendas como calidad, materialidad, servicios básicos, tamaño de recintos, entre otros ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007](#)). En las tablas 5.4 y 5.5 se muestran la cantidad de subsidios vigentes y el estado de cada uno, actualizados al mes de enero 2017.

**Tabla 5.4:** Estado de los subsidios otorgados en eventos de emergencia

| Evento catastrófico             | N° de subsidios ejecutados | N° de subsidios en ejecución | N° de subsidios sin inicio |
|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Erupción del volcán Chaitén     | 0                          | 8                            | 57                         |
| Terremoto y tsunami 27F de 2010 | 115.070                    | 3.590                        | 294                        |
| Terremoto del Norte 2014        | 670                        | 1.984                        | 688                        |
| Incendio de Valparaíso          | 1.588                      | 1.241                        | 148                        |
| Erupción del volcán Calbuco     | 66                         | 1                            | 21                         |
| Terremoto Coquimbo              | 75                         | 174                          | 1.373                      |
| Aluviones Atacama               | 294                        | 515                          | 868                        |

Fuente: ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016b](#))

**Tabla 5.5:** Porcentaje de subsidios ejecutados y tiempo transcurrido desde el evento catastrófico

| Evento catastrófico             | Fecha de ocurrencia | Tiempo transcurrido a la fecha | % de subsidios ejecutados |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Erupción del volcán Chaitén     | 02/05/2008          | 8 años y 10 meses              | 0                         |
| Terremoto y tsunami 27F de 2010 | 27/02/2010          | 7 años y 1 mes                 | 96,7                      |
| Terremoto del Norte 2014        | 02/04/2014          | 2 años y 10 meses              | 20                        |
| Incendio de Valparaíso          | 12/04/2014          | 2 años y 10 meses              | 53,3                      |
| Erupción del volcán Calbuco     | 22/04/2015          | 1 año y 10 meses               | 75                        |
| Terremoto Coquimbo              | 16/09/2015          | 1 año y 3 meses                | 4,6                       |
| Aluviones Atacama               | 25/03/2015          | 1 año y 10 meses               | 17,5                      |

Fuente: Elaboración propia a partir de [Ministerio de Vivienda y Urbanismo \(2016b\)](#)

## 6 | Proyecto casa FENIX

### 6.1. Introducción

Chile, a lo largo de su historia, se ha caracterizado por ser constantemente amenazado por desastres naturales y catástrofes provocadas por el hombre, debido a su variada geografía. Por ejemplo, se producen terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, incendios forestales que en algunas ocasiones afectan al sector urbano, deslizamiento de tierras, entre otras catástrofes. El hecho que estos eventos ocurran constantemente, provoca que las personas lo perciban como menos catastróficos de lo que realmente es.

Chile es considerado por el mundo como un país en vías de desarrollo desde hace algún tiempo, sin embargo la consecuencia más inmediata de estos eventos de emergencia es el aumento instantáneo de la falta de un hogar para vivir para las familias afectadas. Generalmente estas catástrofes provocan serios daños en las viviendas y los más afectados son las familias de menores recursos económicos o más vulnerables de nuestra sociedad ([Casa Fenix, 2016](#)).

### 6.2. Problema

A pesar de que en Chile las catástrofes y eventos de emergencia son recurrentes y afectan mayoritariamente al sector más vulnerable del país, actualmente no existen protocolos de emergencia oficiales que permitan dar una respuesta de calidad a estos tipos de sucesos. Por el contrario, cuando ocurre un desastre, los problemas se resuelven con soluciones rápidas, improvisadas, baratas, de corto plazo, como por ejemplo la “mediagua”. Sin embargo, esta solución rápida terminará generando más problemas de los que resuelve en el largo plazo, produciendo una gran cantidad de desechos, energía y dinero desperdiciados ([Casa Fenix, 2016](#)).

A pesar de los esfuerzos que se hacen constantemente, realizando estudios y análisis sobre la materia, siguen existiendo deficiencias en otorgar refugios transitorios que sean verdaderamente

apropiados para las familias afectadas, que garanticen condiciones mínimas de habitabilidad y dignidad, y que sea realmente la construcción de un lugar para vivir temporalmente, como la palabra lo indica ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

### 6.3. Solución: Casa FENIX

“Entendiendo que el espacio de tiempo entre ocurrida una emergencia, y la solución habitacional definitiva para el afectado, debe ser abordado con mirada estatal eficiente y oportuna, aunado con el entendimiento del contexto económico y material que la industria de la construcción aborda en nuestro país, así como el necesario respaldo de ideas que el ámbito académico puede aportar” ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)), el diseño de casa FENIX está realizado con el fin de responder ante la emergencia desde el momento que ocurre una catástrofe, considerando estrategias que incluyan el uso eficiente de la energía, asegurando la calidad de vida de las familias afectadas, que es un factor clave para la reconstrucción sostenible. Hoy en día, la política nacional post-catástrofe no considera dichas estrategias y más bien se enfoca en las soluciones rápidas de mínimo costo ([Casa Fenix, 2016](#)).

Los factores de sostenibilidad deben considerar aspectos específicos de cada localidad en cuanto a problemáticas medioambientales, culturales, geográficas, como también proporcionar soluciones accesibles y viables para los sectores más vulnerables de la sociedad. De acuerdo a lo anterior, el objetivo principal de esta idea es “diseñar viviendas de emergencia que ofrezcan una respuesta rápida y de buena calidad para las familias víctimas de un desastre, sentando las bases para la vivienda sostenible y permanente” ([Casa Fenix, 2016](#)).

Según exponen los creadores de la casa FENIX en su sitio web ([Casa Fenix, 2016](#)), la vivienda se basa en cuatro conceptos arquitectónicos y urbanos, los cuales se mencionan a continuación:

#### Modularidad

La casa FENIX se compone de cuatro módulos que pueden ser acoplados fácilmente y ubicados en la posición que se necesite o le acomode a la familia. Cada módulo es explicado a continuación:

1. Módulo Supervivencia (SM): Inmediatamente ocurrida la catástrofe, el módulo de supervivencia entra en acción, que es una respuesta rápida para aquellas familias que hayan perdido sus hogares. Su objetivo principal es proporcionar un refugio, seguridad y una solución de calidad a las personas damnificadas por el evento de emergencia.

2. Módulo Mecánico (MM): Luego de superar la fase de emergencia, se construye el módulo Mecánico, el cual se debe acoplar al Módulo de Supervivencia. Este módulo incluye los servicios básicos, incorporando a la casa un baño y una cocina.
3. Módulo Expansión (LM): Este módulo entra en acción en el periodo de reconstrucción, y es el que le da características de un hogar definitivo para las familias afectadas, cubriendo más allá de las necesidades básicas. Ofrece a los usuarios poder ampliar la vivienda con el número de módulos que les sea posible poder costear.
4. Galería solar (SS): Este es el último modulo que compone la casa FENIX, que es el motor climático de la vivienda. Gracias a la estrategia de diseño solar pasivo se puede regular el clima interior, mediante la articulación de este espacio intermedio entre los módulos y el clima exterior. A través de este sistema se proporciona ventilación natural, sombra, protección solar y ahorro de energía.

### **Progresividad**

La progresividad de la Casa FENIX permite que el Modulo de Supervivencia sea parte de la vivienda definitiva que utilizará la familia. La estrategia de diseño urbano propone una lógica gradual y evolutiva, la cual está representada con éxito en esta vivienda.

### **Flexibilidad**

La Casa FENIX tiene la capacidad de poder adaptarse a cualquier latitud o clima. Este es un factor fundamental, puesto que Chile posee una extensa zona geográfica y una diversidad de climas de sur a norte del país.

### **Asequible**

A pesar de la tecnología que incluye la Casa FENIX, esta es una vivienda asequible y de bajo costo. Las familias pueden obtenerla a través de subsidios en forma progresiva, de tal forma de poder abordar el costo total de la vivienda.

## 6.4. Proyecto casa FENIX Huerta-Carvajal

Ocurrida la tragedia del incendio de Valparaíso el 12 de abril de 2014, el equipo de arquitectos y académicos a cargo del proyecto Casa FENIX de la Universidad Técnica Federico Santa María, ven la oportunidad de aplicar el prototipo de vivienda en la vida real (ver imagen 6.1), el cual ya se estaba desarrollando luego de la participación en el Solar Decathlon Europe 2014 ([Plataforma de Arquitectura, 2015](#)).



**Figura 6.1:** Casa FENIX Huerta Carvajal ubicada en Valparaíso  
Fuente: ([Plataforma de Arquitectura, 2015](#))

El hecho que la Casa FENIX esté compuesta por módulos permite que, en un comienzo, funcione como una vivienda de emergencia, para luego este módulo inicial sea la base de la vivienda definitiva, permanente y de calidad. Además de cumplir con las normativas térmicas de cada región, lo cual es la principal crítica que les hace a las viviendas que actualmente se autoconstruyen, se agrega un diseño bioclimático, tomando en consideración factores de ubicación, orientación, latitud para el diseño arquitectónico. También, las familias pueden participar en el diseño de la Casa FENIX, decidiendo en la posición de cada uno de los recintos y en donde los arquitectos pueden escuchar las opiniones de las distintas personas que, finalmente, van a vivir en la vivienda

([Plataforma de Arquitectura, 2015](#)).

Bajo este contexto, el equipo de Casa FENIX contacto a la familia Huerta Carvajal, quienes habían perdido su vivienda en el incendio de Valparaíso, con el fin de comenzar a trabajar en conjunto y decidir sobre su futura vivienda. La familia asistió a dos talleres, donde se acordó las posiciones de los recintos de la vivienda. A medida que se iba construyendo la vivienda, la familia Huerta Carvajal realizaba acotaciones sobre terminaciones y otros detalles. El proyecto pudo llevarse a cabo gracias a la cooperación de constructores de la zona y con la ayuda financiera de empresas ([Plataforma de Arquitectura, 2015](#)).

Este tipo de viviendas se habían construido solo dos veces pero solo en calidad de prototipo, por lo que esta es la primera vez en Chile que se construye de forma sustentable para una familia vulnerable. Por lo tanto, el proyecto se está desarrollando de forma experimental y es un desafío que posee el equipo de la casa FENIX junto con la Universidad ([Plataforma de Arquitectura, 2015](#)).

La estructura prefabricada de la vivienda se compone principalmente de madera, donde el piso, techo y muros están recubiertos con distintos materiales existentes en la industria, siempre cumpliendo con la normativa térmica de la Región de Valparaíso.

En la imagen 6.2 se muestra el diseño que considera características típicas de la ciudad, como la inclusión de una galería y revestimientos exteriores metálicos. Posee un área construida de  $92,52 m^2$ , aprovechando al máximo la luminosidad del sector, y en comparación con las viviendas de subsidios entregadas comúnmente, casa FENIX posee 3 amplias habitaciones ([Plataforma de Arquitectura, 2015](#)).



- 1: Estar de 12  $m^2$
- 2: Cocina comedor 10  $m^2$
- 3: Baño 5  $m^2$
- 4: Dormitorio principal 10  $m^2$
- 5: Galeria solar
- 6: Dormitorio 10  $m^2$
- 7: Dormitorio 12  $m^2$

**Figura 6.2:** Plano casa FENIX

Fuente: ([Plataforma de Arquitectura, 2015](#))

También, la vivienda posee un sistema de paneles mixtos solares térmicos para ACS (agua caliente sanitaria) y cuatro paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica. El desempeño de la vivienda se está midiendo en el marco del proyecto “FIC-R 2015 Valparaíso”, con la finalidad de dar a conocer el proyecto y analizar el uso de las energías renovables en viviendas sociales ([Plataforma de Arquitectura, 2015](#)).

Finalmente, el sitio web [Plataforma de Arquitectura \(2015\)](#) explica que el objetivo principal del proyecto casa FENIX es “construir viviendas subsidiadas de mejor calidad, aprovechando al máximo los recursos y donaciones, participando en conjunto con los distintos actores como gobierno, comunidad e industria, y aplicando la tecnología y estudios desarrollados en el contexto académico para su aporte a la comunidad”

## 7 | Situación base

Para poder realizar un análisis en profundidad a la casa FENIX, es necesario incorporar información de una vivienda que sea comprable con el proyecto. Según lo descrito en el capítulo anterior “situación actual”, en Chile para responder al déficit habitacional en una situación de emergencia se usa, en primer lugar, una vivienda transitoria o de emergencia, y luego una solución de vivienda definitiva por medio de la asignación de un subsidio habitacional. En los siguientes puntos se describirá las viviendas de referencias y la casa FENIX, generando un análisis de su eficiencia energética, a través de la herramienta CEV que otorga el ministerio de Vivienda y Urbanismo.

El criterio de elección de la vivienda de emergencia y definitiva de referencia será suponiendo un caso en que la familia beneficiaria del proyecto casa FENIX, compuesta por Fernando Huerta, Ximena Carvajal y dos de sus cuatro hijos, solo hubieran recibido la ayuda del Estado, es decir, una vivienda de emergencia y luego asignación de un subsidio habitacional para construir la vivienda definitiva por medio de una constructora o con medios propios con asistencia técnica.

### 7.1. Vivienda de emergencia de referencia

#### 7.1.1. Características generales

Siguiendo el supuesto mencionado anteriormente, luego del incendio de Valparaíso la familia Huerta-Carvajal hubiera recibido una vivienda de emergencia para vivir de forma temporal, a la espera la asignación de subsidio para la obtención de la vivienda definitiva. Como se explicó en el capítulo anterior, la asignación de las viviendas está a cargo de la municipalidad y ONEMI. En este sentido, la Oficina Nacional de Emergencia del ministerio del Interior en su página web expone las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir las empresas que se contratan para elaborar dichas viviendas ([ONEMI, 2015](#)).

Por otra parte, según lo que expone el [Ministerio de Obras Publicas \(2014\)](#), la vivienda de

emergencia que se debe entregar a la familia debe poseer 24 metros cuadrados (6 metros cuadrados por persona) con una tolerancia de 1,5 metros cuadrados como máximo. Además, El volumen de aire interior debe ser superior a 53 metros cúbicos.

La vivienda no contiene divisiones interiores, y además cuenta con servicios básicos como baño y lavamanos. También, cuenta con dos puertas, dos ventanas y supuestamente estará ubicada de norte a sur en la zona térmica 2-A. Las figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4 muestran la vista lateral, frontal, posterior y planta respectivamente.

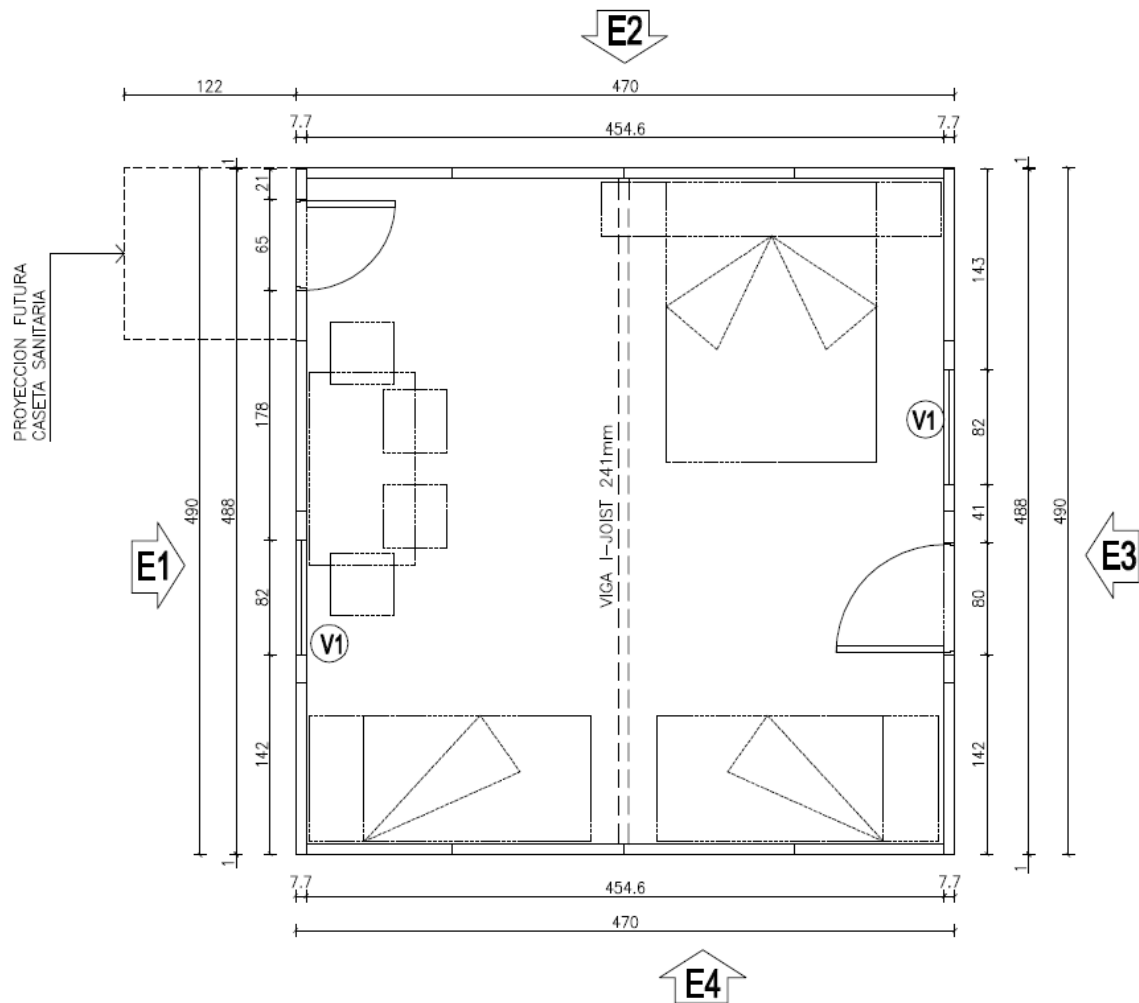


**Figura 7.1:** Plano vivienda de emergencia de 24 m<sup>2</sup>

Fuente: (ONEMI, 2015)

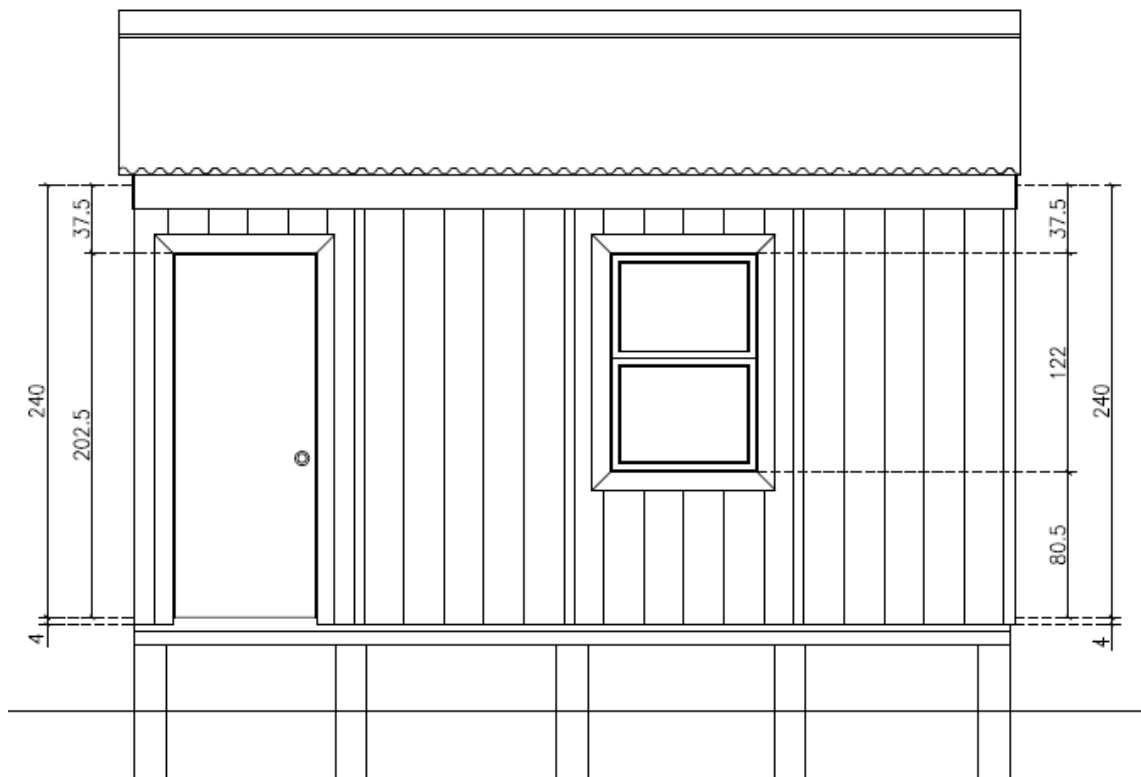


**Figura 7.2:** Vista lateral E1 vivienda de emergencia de  $24 m^2$

Fuente: (ONEMI, 2015)

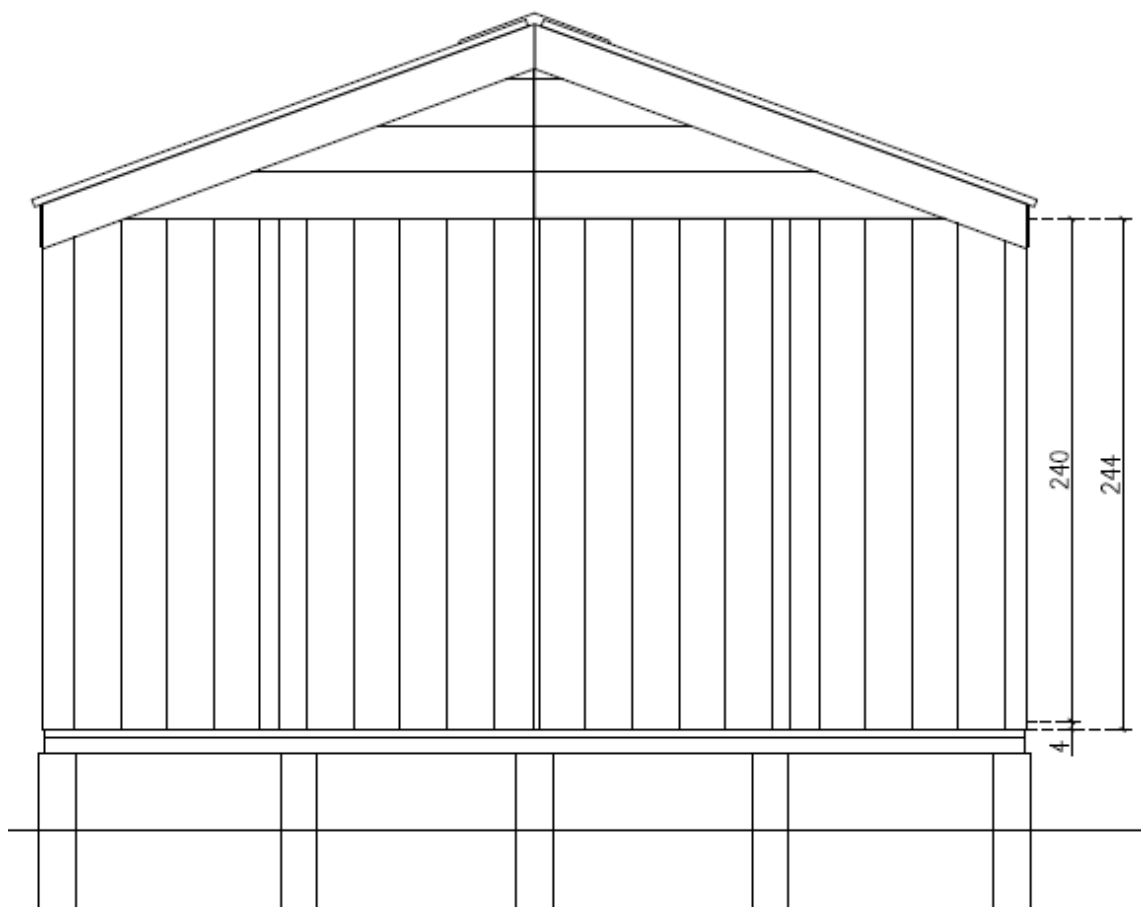


**Figura 7.3:** Vista posterior E2 vivienda de emergencia de 24 m<sup>2</sup>  
Fuente: (ONEMI, 2015)

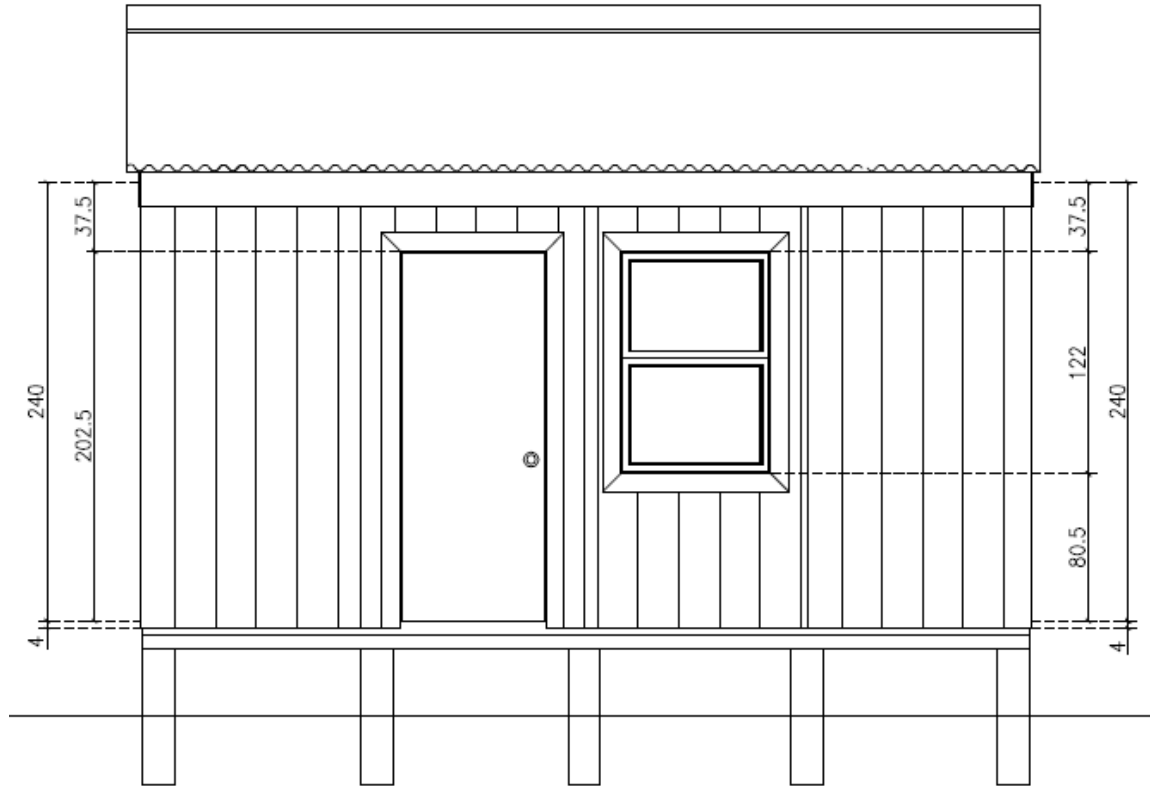


**Figura 7.4:** Vista lateral E3 vivienda de emergencia de 24 m<sup>2</sup>

Fuente: (ONEMI, 2015)

### 7.1.2. Transmitancia térmica de la envolvente

Para poder calcular la transmitancia térmica de la envolvente de la vivienda de emergencia es necesario conocer los materiales constructivos del piso, muro, puertas, ventanas y techo de esta, con el fin de determinar la resistencia térmica de cada elemento. Según las especificaciones técnicas entregadas por ONEMI (2015) y la norma chilena NCh857 NN2007, los materiales utilizados para la construcción de la vivienda de emergencia y sus respectivas resistencias térmicas son los siguientes:

#### Techo

La materialidad de la techumbre se compone de planchas de zincalum, estructuradas a dos aguas. Además, bajo el techo se incorporan un panel SIP de 2 planchas OSB de 0,0095 (m) de espesor y un aislante térmico de poliestireno expandido que, según lo que indica la ONEMI, debe poseer un espesor de 0,05 (m) y densidad mínima de 10 (kg/m<sup>3</sup>). Para el cálculo de la transmitancia del techo, no se incluirá la conductividad de las planchas de zincalum, puesto que su resistencia

térmica tiene un valor cercano a cero. En la tabla 7.1 se expone la resistencia térmica total para el techo.

**Tabla 7.1:** Resistencia térmica de cada material del techo vivienda de emergencia

| Material               | Espesor (m) | Conductividad (W/m°C) | Resistencia ( $m^2°C/W$ ) |
|------------------------|-------------|-----------------------|---------------------------|
| Plancha OSB (x2)       | 0,019       | 0,13                  | 0,146                     |
| Poliestireno expandido | 0,05        | 0,043                 | 1,162                     |
| $R_{si}$               |             |                       | 0,17                      |
| $R_{se}$               |             |                       | 0,05                      |
| Resistencia total      |             |                       | 1,531                     |

Fuente: Elaboración propia

## Muros

Los muros están compuestos por paneles SIP con terminaciones SMART PANEL en el exterior y paneles OSB en el interior, cada uno de 0,011 y 0,0095 (m) de espesor respectivamente. Entre los paneles se debe incorporar poliestireno expandido de un espesor mínimo de 0,05 (m) y densidad de 10 ( $kg/m^3$ ). En la tabla 7.2 se muestra la resistencia térmica total para los muros de la vivienda de emergencia.

**Tabla 7.2:** Resistencia térmica de cada material de los muros vivienda de emergencia

| Material               | Espesor (m) | Conductividad (W/m°C) | Resistencia ( $m^2°C/W$ ) |
|------------------------|-------------|-----------------------|---------------------------|
| Plancha OSB            | 0,0095      | 0,13                  | 0,073                     |
| Plancha SMART PANEL    | 0,0111      | 0,12                  | 0,091                     |
| Poliestireno expandido | 0,05        | 0,043                 | 1,162                     |
| $R_{si}$               |             |                       | 0,12                      |
| $R_{se}$               |             |                       | 0,05                      |
| Resistencia total      |             |                       | 1,496                     |

Fuente: Elaboración propia

## Piso

El piso de la vivienda de emergencia se compone dos planchas SIP con terminaciones de 2 planchas OSB de 0,0095 (m) de espesor. Entre las planchas se incorpora poliestireno expandido de 0,05 (m) de espesor y densidad 10 ( $kg/m^3$ ). En la tabla 7.3 se desglosa la resistencia térmica total para el piso de la vivienda.

**Tabla 7.3:** Resistencia térmica de cada material del piso vivienda de emergencia

| Material               | Espesor (m) | Conductividad (W/m°C) | Resistencia ( $m^2\text{°C/W}$ ) |
|------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|
| Plancha OSB (x2)       | 0,019       | 0,13                  | 0,146                            |
| Poliestireno expandido | 0,05        | 0,043                 | 1,162                            |
| $R_{si}$               |             |                       | 0,09                             |
| $R_{se}$               |             |                       | 0,05                             |
| Resistencia total      |             |                       | 1,468                            |

Fuente: Elaboración propia

### Ventanas

Las ventanas son de tipo guillotina compuesta de vidrio simple y marco de aluminio de 0,02 (m) de espesor. Para el caso de la transmitancia térmica del vidrio, la herramienta CEV del Ministerio de Vivienda y Urbanismo entrega un valor por defecto igual a 5,8 ( $\text{W/m}^2\text{°C}$ ). Por otra parte, la transmitancia térmica del aluminio tiene un valor de 5,88 ( $\text{W/m}^2\text{°C}$ ).

Para obtener la transmitancia térmica del conjunto, es decir, ventana más marco de aluminio, se debe obtener las áreas de cada elemento y sacar un promedio ponderado. Aproximadamente la ventana se compone de un 80 % de vidrio y 20 % de marco de aluminio, por lo tanto, la transmitancia térmica obtiene un valor final de 5,816 ( $\text{W/m}^2\text{°C}$ ) por cada ventana de la vivienda.

### Puertas

Las dos puertas de la viviendas de emergencia son de 0,045 (m) de espesor, compuestas planchas de madera tipo MDF de 0,003 (m) de espesor y una cámara de aire en el interior. La resistencia térmica para las puertas de la vivienda de emergencia se expone en la tabla 7.4.

**Tabla 7.4:** Resistencia térmica de las puertas vivienda de emergencia

| Material                | Espesor (m) | Conductividad (W/m°C) | Resistencia ( $m^2\text{°C/W}$ ) |
|-------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|
| Plancha madera MDF (x2) | 0,006       | 0,14                  | 0,042                            |
| Camara de aire          | 0,039       |                       | 0,165                            |
| $R_{si}$                |             |                       | 0,12                             |
| $R_{se}$                |             |                       | 0,05                             |
| Resistencia total       |             |                       | 0,377                            |

Fuente: Elaboración propia

### Resumen

Finalmente, la tabla 7.5 muestra la transmitancia térmica y cantidad de metros cuadrados de cada elemento de la envolvente de la vivienda de emergencia de referencia. Además se indica la

transmitancia máxima permitida para la zona donde se instalará la vivienda.

**Tabla 7.5:** Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente de la vivienda de emergencia

| Elemento | Area ( $m^2$ ) | Transmitancia ( $W/m^2\text{°C}$ ) | $Transmitancia_{max}(W/m^2\text{°C})$ |
|----------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Techo    | 22,57          | 0,66                               | 0,6                                   |
| Piso     | 22,57          | 0,654                              | 0,87                                  |
| Muros    | 54,33          | 0,668                              | 3                                     |
| Ventanas | 2,00           | 5,816                              |                                       |
| Puertas  | 2,93           | 2,652                              |                                       |

Fuente: Elaboración propia

### 7.1.3. Otras consideraciones

Para poder realizar una correcta evaluación energética de la vivienda de emergencia, se debe definir los sistemas de calefacción, iluminación, agua caliente sanitaria (ACS) y orientación de la vivienda de emergencia de referencia:

- Sistema de calefacción: La vivienda de emergencia no cuenta con un sistema de calefacción. Sin embargo, según la encuesta CASEN 2015 en la región de Valparaíso la mayoría de las familias de escasos recursos económicos utilizan una estufa a kerosene para calefacción.
- Iluminación: La herramienta CEV del ministerio de vivienda y urbanismo entrega valor por defectos para este parámetro.
- Agua caliente sanitaria: Se utiliza un sistema de calentamiento de agua directo a gas licuado con cañerías sin aislación.
- Orientación de la vivienda: La vivienda de emergencia, vivienda social definitiva y casa FENIX tendrán la misma orientación. Por lo tanto, las ventanas principales estarán en dirección norte y sur. Por lo tanto, el factor de accesibilidad (FA) es de 0,98 y el factor de sombra igual a 1, debido a que no existen elementos cerca de la vivienda que generen sombra.

### 7.1.4. Calificación energética vivienda de emergencia

Con los datos mencionados anteriormente determinados e ingresados en el sistema de evaluación CEV del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se determina que la vivienda de emergencia de referencia posee una calificación de arquitectura B con un ahorro de energía de 65,8 % y una calificación de arquitectura + equipos + tipo de energía B, ahorrando un 55,2 %.

Por otra parte, la demanda de energía que requeriría este tipo de construcción es de 106,5 (kWh/año) por cada metro cuadrado. En total la vivienda de emergencia necesita una cantidad de energía igual a 2403 (kWh/año) desglosada de la siguiente forma (ver tabla 7.6).

**Tabla 7.6:** Energía consumida al año vivienda de emergencia

| Sistema     | Demanda de energía (kWh) | Pocentaje del total ( % ) |
|-------------|--------------------------|---------------------------|
| Calefacción | 1431,8                   | 60 %                      |
| ACS         | 784,6                    | 33 %                      |
| Iluminación | 186,7                    | 7 %                       |
| Total       | 2403,1                   | 100 %                     |

Fuente: Elaboración propia a partir de la herramienta CEV

## 7.2. Vivienda social definitiva de referencia

### 7.2.1. Características generales

.Una vez asignados los subsidios habitacionales, las familias afectadas por el incendio de Valparaíso pueden construir por sus propios medios con asistencia técnica o pueden contratar a un constructor que este registrado en el MINVU. En este contexto, La vivienda definitiva de referencia escogida está situada a unos metros de la casa FENIX huerta-Carvajal y fue construida por la constructora Baranlloni y Candia Limitada, quien además ha realizado varios proyectos de reconstrucción en la ciudad de Valparaíso. Esta vivienda tiene por nombre FENIX 2 y consta de 2 pisos con 3 dormitorios, baño, cocina, y living comedor, contabilizando 50  $m^2$  construidos. En su pagina web la constructora publica los planos de las viviendas que ellos entregan, los cuales se muestran en las imagenes 7.5 y 7.6 ([Baranlloni & Candia Constructores, 2017](#)):



**Figura 7.5:** Plano primer piso vivienda social de referencia

Fuente: ([Baranlloni & Candia Constructores, 2017](#))

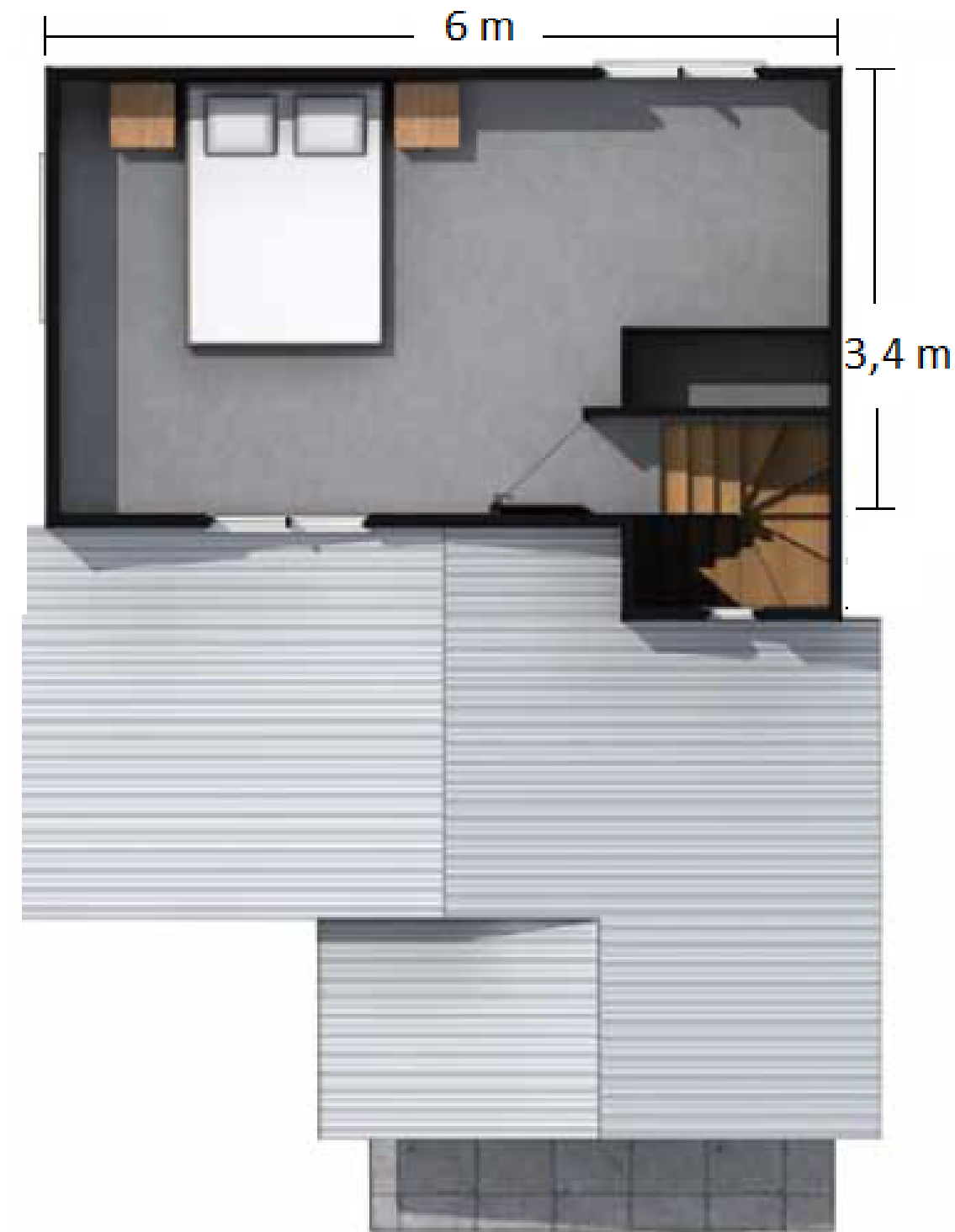


**Figura 7.6:** Plano segundo piso vivienda social de referencia  
Fuente: ([Baranlloni & Candia Constructores, 2017](#))

### 7.2.2. Transmitancia térmica de la envolvente

Para obtener información de las viviendas entregadas por constructora Baranolli y Candia en el incendio de Valparaíso, se procedió a buscar información en la página web de la constructora, en donde se indica que sus construcciones son en base a una estructura metálica (METALCOM) junto con planchas de madera tipo OSB y cubierto por vinyl siding, que es una estructura impermeable e incombustible. Por otra parte, en su sitio web la constructora publica las especificaciones técnicas de la casa FENIX 2, afirmando que sus viviendas poseen aislación de lana mineral en muros y cielos de acuerdo a la norma termo-acústica chilena. No menciona específicamente las dimensiones del aislante, pero se realizó una consulta al SERVIU de Valparaíso, los cuales entregaron especificaciones técnicas de las construcciones en base a estructura metálica. A partir de esto, se procederá a obtener de transmitancia térmica para el techo, piso y muros. Las ventanas son de marco de aluminio y vidrio simple, asumiendo que, al igual que en el caso de las puertas, poseen el mismo valor de transmitancia térmica de las ventanas de las viviendas de emergencia. Las puertas son similares a las que posee la casa FENIX, por lo que al igual que el caso anterior tendrá el mismo valor de resistencia térmica. En la tabla 7.7 se muestra los valores de la transmitancia térmica de los diferentes elementos de la envolvente de la vivienda social de referencia.

**Tabla 7.7:** Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente de la vivienda social de referencia

| Elemento | Area ( $m^2$ ) | Transmitancia ( $W/m^2\text{°C}$ ) | $Transmitancia_{max}(W/m^2\text{°C})$ |
|----------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Techo    | 39,28          | 0,56                               | 0,6                                   |
| Piso     | 39,28          | 0,57                               | 0,87                                  |
| Muros    | 81,84          | 0,58                               | 3                                     |
| Ventanas | 9,49           | 5,816                              |                                       |
| Puertas  | 3,2            | 1,7                                |                                       |

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.3. Otras consideraciones

En cuanto a los sistemas de calefacción, iluminación, agua caliente sanitaria (ACS) y orientación de la vivienda de emergencia de referencia, se tiene la siguiente información:

- Sistema de calefacción: La vivienda de emergencia no cuenta con un sistema de calefacción. Sin embargo, según la encuesta CASEN 2015 en la región de Valparaíso la mayoría de las familias de escasos recursos económicos utilizan una estufa a kerosene para calefacción.
- Iluminación: La herramienta CEV del ministerio de vivienda y urbanismo entrega valor por

defectos para este parámetro.

- Agua caliente sanitaria: Se utiliza un sistema de calentamiento de agua directo a gas licuado con cañerías con aislación.
- Orientación de la vivienda: La vivienda posee 8 ventanas, de las cuales 4 están en dirección norte, 2 en dirección oeste y 2 en dirección sur.

#### 7.2.4. Calificación energética vivienda social definitiva

Con los datos ingresados en el sistema CEV del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se determina que la vivienda social de referencia posee una calificación de arquitectura A con un ahorro de energía de 70 % y una calificación de arquitectura + equipos + tipo de energía B, ahorrando un 62 %.

Por otra parte, la demanda de energía que requeriría este tipo de construcción es de 86,1 (kWh/año) por cada metro cuadrado. En total la vivienda de emergencia necesita una cantidad de energía igual a 4974 (kWh/año) desglosada de la siguiente forma (ver tabla 7.8):

**Tabla 7.8:** Energía consumida al año vivienda de emergencia

| Sistema     | Demanda de energía (kWh) | Pocentaje del total ( %) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Calefacción | 2.954                    | 59 %                     |
| ACS         | 1712                     | 34 %                     |
| Iluminación | 308                      | 7 %                      |
| Total       | 4974                     | 100 %                    |

Fuente: Elaboración propia a partir de la herramienta CEV

## 8 | Vivienda objetivo: Casa FENIX

Para este capítulo, y al igual que en el capítulo anterior “Situación base”, se procederá a realizar un análisis de eficiencia energética a la casa FENIX, utilizando nuevamente la herramienta CEV otorgada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Además, se realizará una descripción completa de los materiales que componen la casa FENIX.

### 8.1. Características generales

El proyecto casa FENIX Huerta-Carvajal (casa FENIX HC) nació de la idea de ayudar a las familias más vulnerables del país, las cuales además hayan perdido sus viviendas producto de una catástrofe. La casa FENIX HC se construyó entre marzo y abril del año 2015, luego de que a la familia se le otorgara el subsidio de construcción en sitio propio, y con la ayuda de privados, puesto que el valor de la vivienda supera ampliamente el valor del subsidio entregado.

La casa FENIX HC se entregó a la familia como vivienda definitiva, pero como se describió en el capítulo “Proyecto casa FENIX”, esta construcción está ideada para responder desde el inicio de la emergencia. Por lo tanto, para poder comparar esta alternativa con la alternativa actual que se utiliza en Chile, supondremos que la familia recibió, en primer lugar, el módulo SM + MM, es decir un dormitorio de  $10\text{ m}^2$ , un baño de  $5\text{ m}^2$  y una cocina de  $10\text{ m}^2$ . De esta forma, esta primera solución es comparable con la vivienda de emergencia que se entrega actualmente en los eventos de emergencia. Por otra parte, la casa FENIX donde vive actualmente la familia Huerta-Carvajal en cerro las Cañas, será la vivienda objetivo y comparable con las viviendas definitivas que otorga el Ministerio de Vivienda y Urbanismo a las familias damnificadas. La ubicación de la vivienda es en la zona térmica 2-A, y su orientación es de Norte-Sur, de tal forma de aprovechar al máximo los recursos solares.

Cabe destacar que, según [Corporación de Desarrollo Tecnológico \(2010\)](#), el promedio de metros cuadrados construidos en Chile es de aproximadamente  $77\text{ m}^2$ . Por lo tanto, la casa FENIX

supera en 15 m<sup>2</sup> a la vivienda promedio y en más de 40 m<sup>2</sup> a la vivienda social. Finalmente, estos valores son fundamentales a la hora de evaluar la calidad de vida de las personas, puesto que la existencia de lugar amplios para habitar permite a las familias vivir de mejor forma.

### 8.1.1. Vivienda post emergencia

Luego de ocurrida la emergencia, la idea del proyecto casa FENIX es entregar a las familias afectadas por el desastre un hogar digno para vivir de forma progresiva. Por ende y siguiendo el supuesto mencionado anteriormente, la familia Huerta-Carvajal hubiera recibido los módulos SM + MM, los cuales le otorgarían un dormitorio, baño y cocina para vivir de forma digna mientras esperan el subsidio habitacional y puedan adquirir los otros módulos restantes.

La vivienda posee 31,96 m<sup>2</sup> construidos y tiene incluido una puerta exterior, tres ventanas principales y dos secundarias más pequeñas para ventilación natural. En total existe 25 m<sup>2</sup> habitables y en su interior existen divisiones para separar el dormitorio del espacio de cocina. La imagen 8.1 muestra el plano de la vivienda post emergencia:

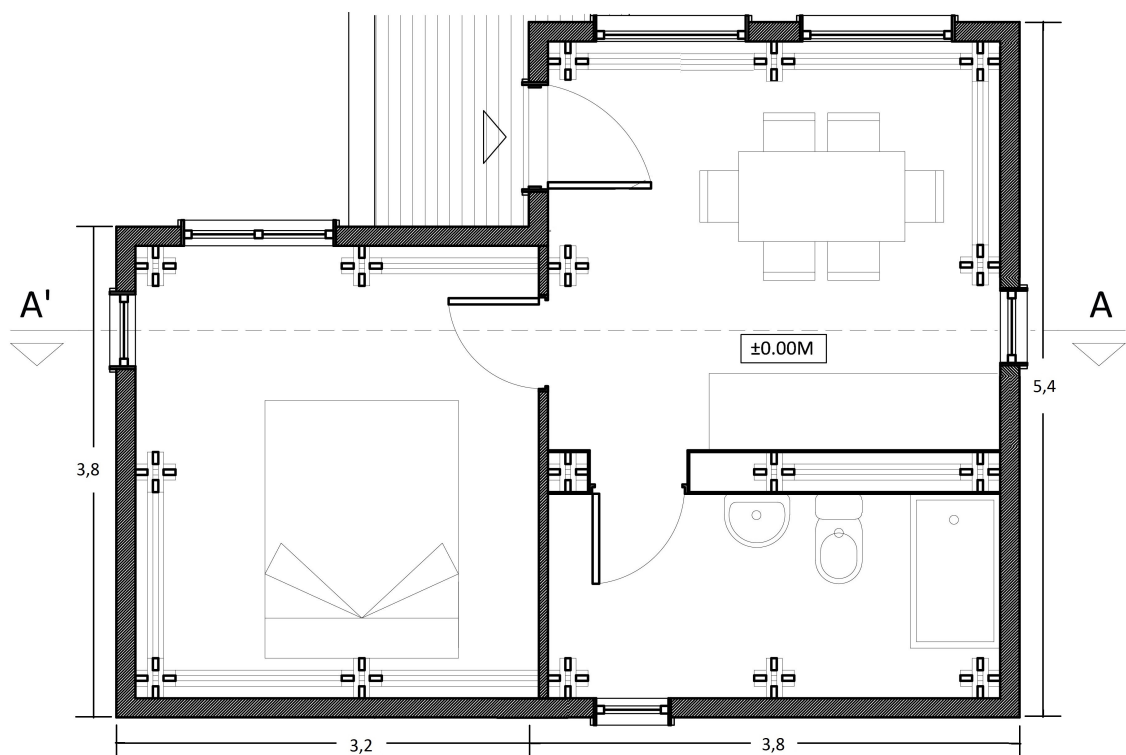
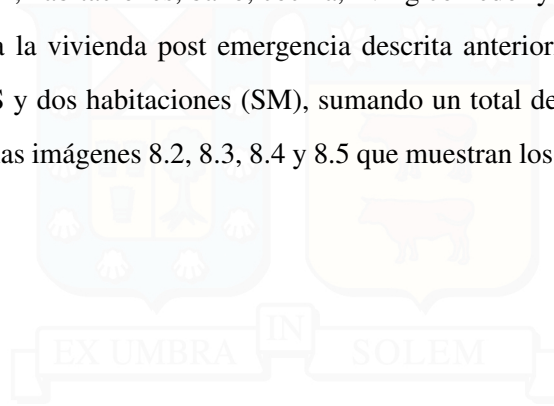


**Figura 8.1:** Plano casa FENIX post emergencia

Fuente: (Casa Fenix, 2016)

### 8.1.2. Vivienda definitiva

Una vez que la familia Huerta-Carvajal fue beneficiada por el subsidio de construcción en sitio propio y con la ayuda de privados, se pudo construir la casa FENIX con sus cuatro módulos SM + MM + LM + SS, es decir, habitaciones, baño, cocina, living comedor y galería solar. Suponiendo que la familia ya poseía la vivienda post emergencia descrita anteriormente, solo faltaría agregar los módulos LM, SS y dos habitaciones (SM), sumando un total de 92,52  $m^2$  construidos. A continuación se expone las imágenes 8.2, 8.3, 8.4 y 8.5 que muestran los planos de la casa FENIX:



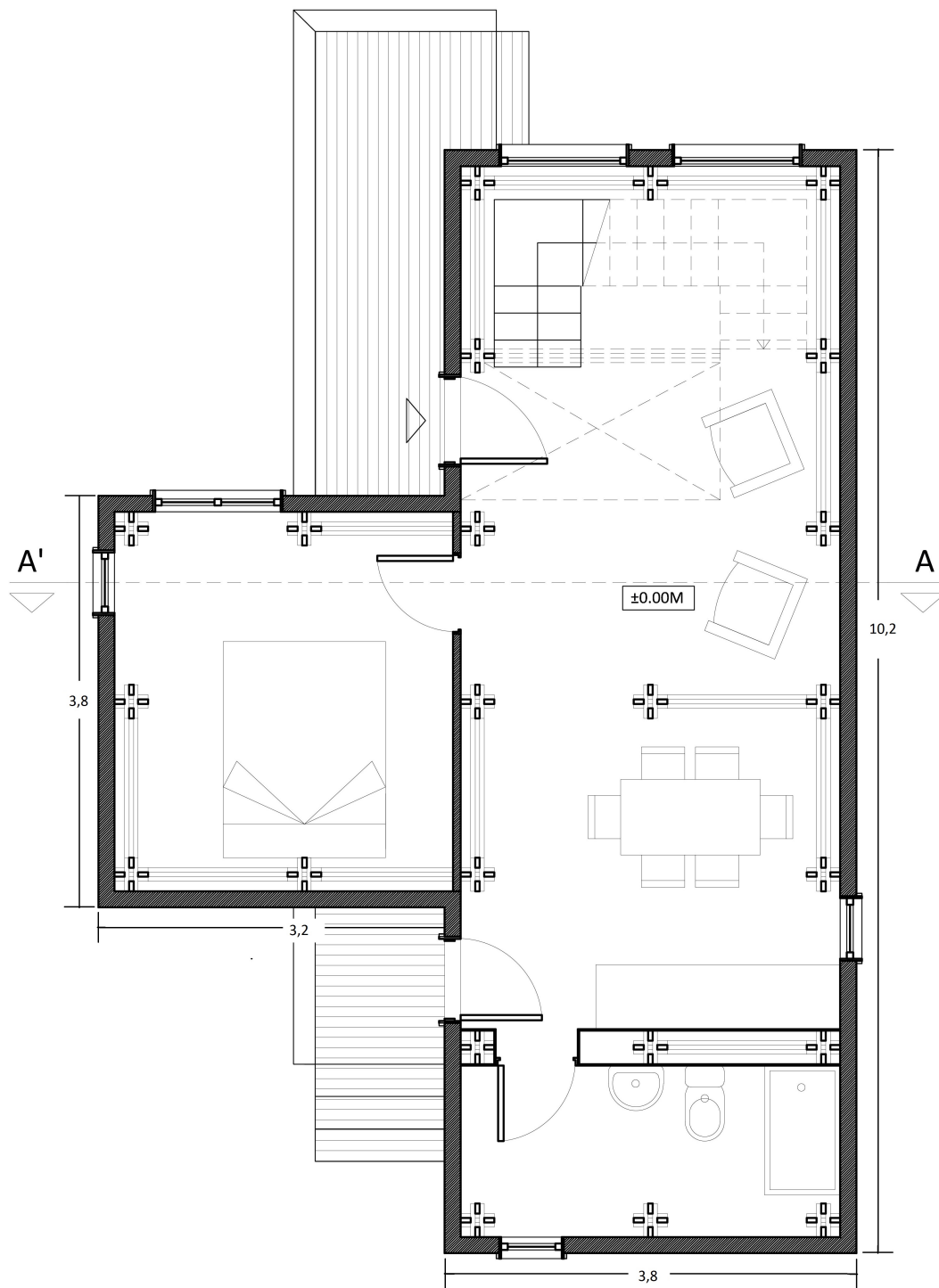


**Figura 8.2:** Plano primer piso casa FENIX Huerta-Carvajal  
Fuente: (Casa Fenix, 2016)

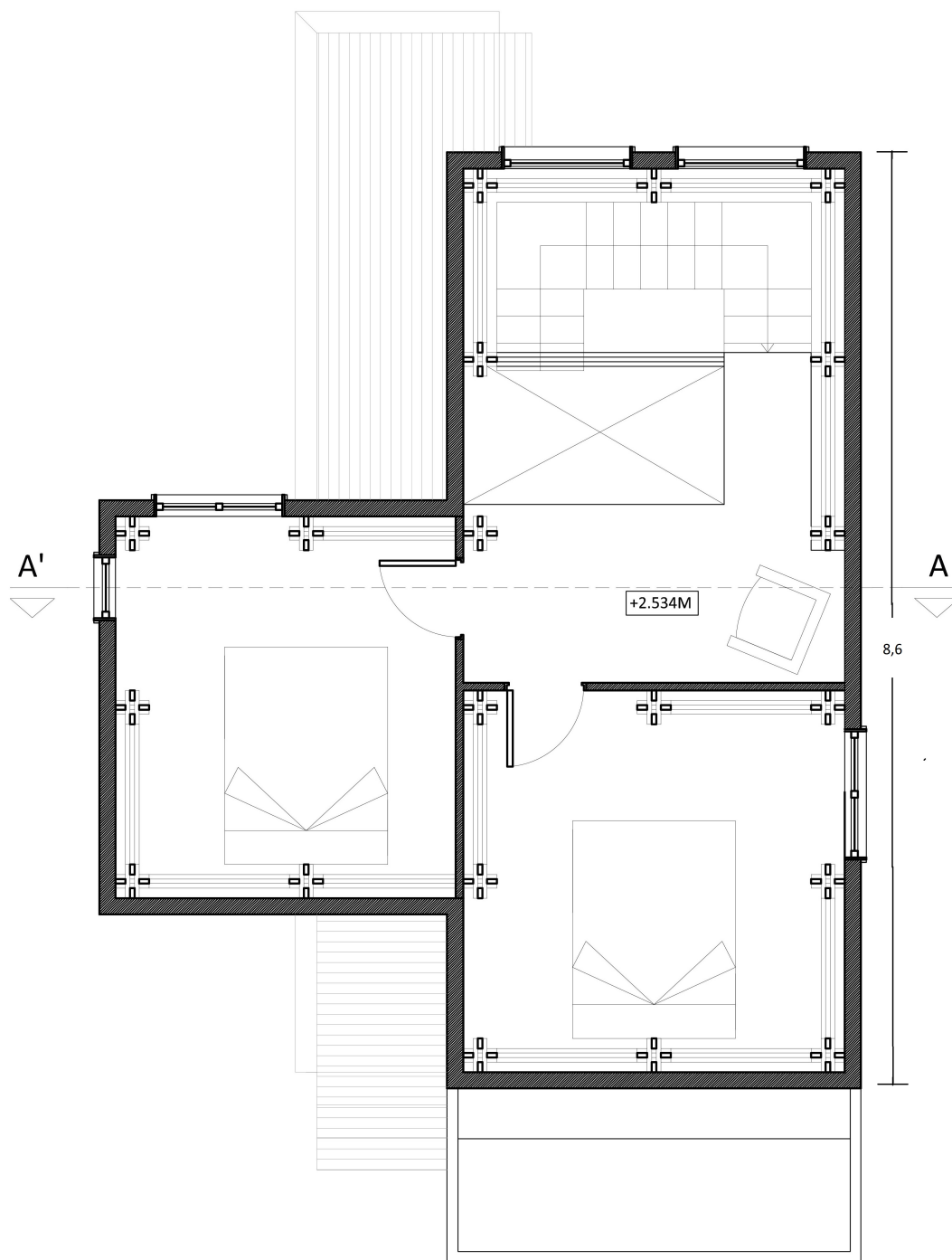


**Figura 8.3:** Plano segundo piso casa FENIX Huerta-Carvajal  
Fuente: (Casa Fenix, 2016)

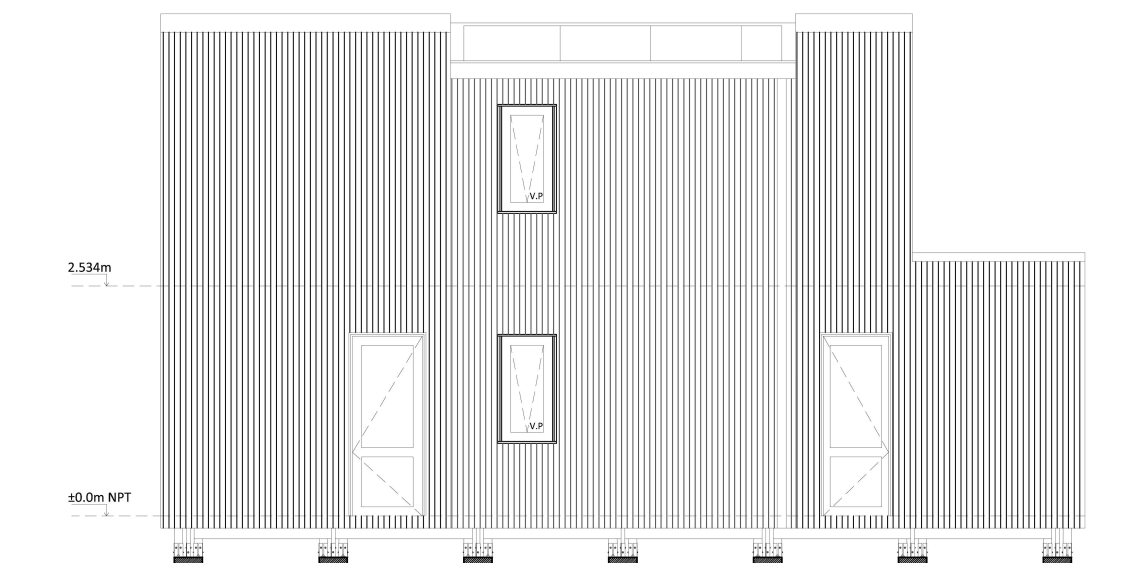


**Figura 8.4:** Vista lateral casa FENIX Huerta-Carvajal  
Fuente: (Casa Fenix, 2016)

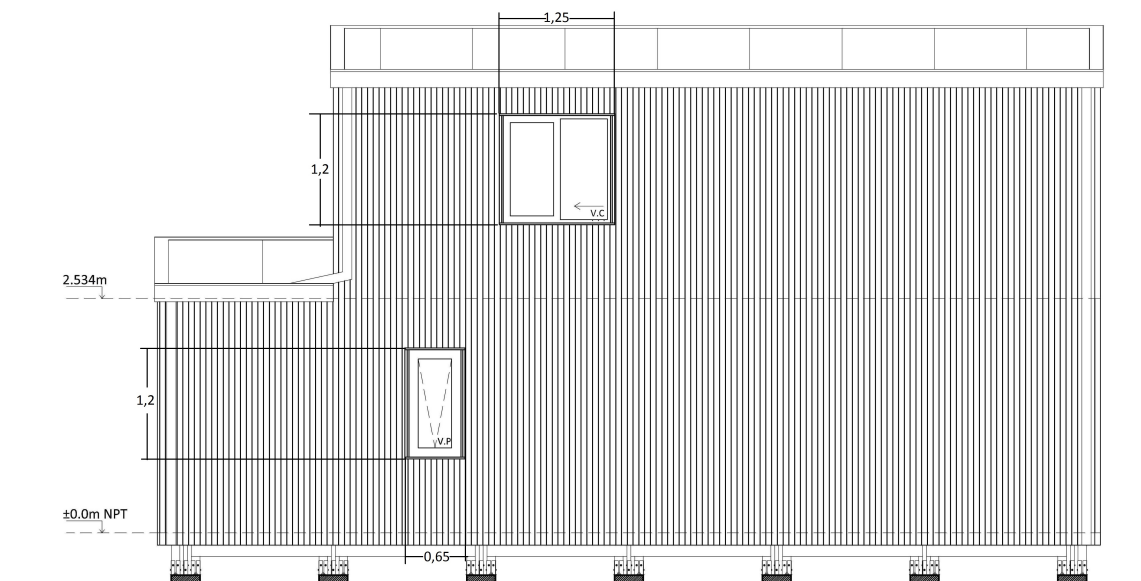


**Figura 8.5:** Vista lateral casa FENIX Huerta-Carvajal  
Fuente: (Casa Fenix, 2016)

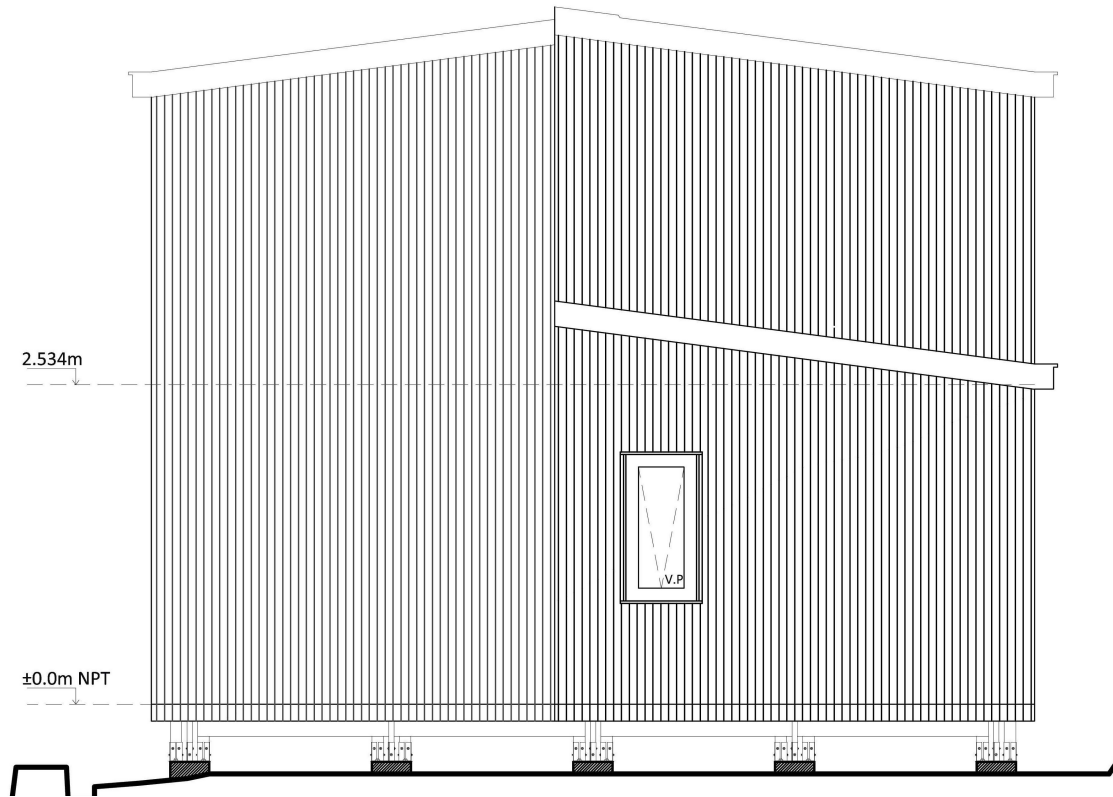


**Figura 8.6:** Vista posterior casa FENIX Huerta-Carvajal  
Fuente: (Casa Fenix, 2016)

## 8.2. Transmitancia térmica de la envolvente

La transmitancia térmica de la casa FENIX post emergencia es idéntica a la transmitancia térmica de la casa FENIX definitiva, dado que los materiales utilizados para el piso, techo, muros, ventanas y puertas son los mismos para los dos casos. A continuación se calcula la transmitancia térmica de la envolvente de la vivienda a partir de los datos otorgados por equipo del proyecto:

### Techo

La materialidad de la techumbre se compone de un panel de doble plancha de zinc de 0,8 (mm) de espesor y en su interior hay 100 (mm) de poliestireno expandido de 30 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de densidad. En la tabla 8.1 se muestra la resistencia térmica que posee el techo de la vivienda.

**Tabla 8.1:** Resistencia térmica de cada material del techo casa FENIX

| Material               | Espesor (m) | Conductividad (W/m°C) | Resistencia ( $m^2\text{°C/W}$ ) |
|------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|
| Poliestireno expandido | 0,1         | 0,036                 | 2,778                            |
| $R_{si}$               |             |                       | 0,17                             |
| $R_{se}$               |             |                       | 0,05                             |
| Resistencia total      |             |                       | 2,998                            |

Fuente: Elaboración propia

## Muros

Los muros de la casa FENIX están hechos de una plancha de zinc de 0,8 (mm) de espesor, una cámara de aire no estancado de 25 (mm), 100 (mm) de lana mineral de 80 ( $\text{kg/m}^3$ ) de densidad y en el interior una capa de yeso-cartón de 10 (mm). En la siguiente tabla 8.2 se expone la resistencia térmica de los muros de la casa FENIX.

**Tabla 8.2:** Resistencia térmica de cada material de los muros casa FENIX

| Material          | Espesor (m) | Conductividad (W/m°C) | Resistencia ( $m^2\text{°C/W}$ ) |
|-------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|
| Lana mineral      | 0,1         | 0,038                 | 2,632                            |
| Yeso-cartón       | 0,01        | 0,24                  | 0,042                            |
| $R_{si}$          |             |                       | 0,12                             |
| $R_{se}$          |             |                       | 0,05                             |
| Resistencia total |             |                       | 2,844                            |

Fuente: Elaboración propia

## Piso

El piso ventilado está compuesto por un panel SIP con terminaciones de planchas OSB de 11,1 (mm) y en su interior 94 (mm) poliestireno expandido de 30 ( $\text{kg/m}^3$ ) de densidad. Sobre este panel existe una espuma niveladora de 3 (mm) y un piso flotante de madera MDF de 10 (mm). La resistencia térmica del piso de la casa FENIX se desglosa de la siguiente forma (ver tabla 8.3):

**Tabla 8.3:** Resistencia térmica de cada material del piso casa FENIX

| Material               | Espesor (m) | Conductividad (W/m°C) | Resistencia ( $m^2\text{°C/W}$ ) |
|------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|
| Plancha OSB (x2)       | 0,0222      | 0,12                  | 0,185                            |
| Poliestireno expandido | 0,094       | 0,036                 | 2,611                            |
| Espuma niveladora      | 0,003       | 0,043                 | 0,069                            |
| Piso flotante          | 0,01        | 0,14                  | 0,714                            |
| $R_{si}$               |             |                       | 0,09                             |
| $R_{se}$               |             |                       | 0,05                             |
| Resistencia total      |             |                       | 3,719                            |

Fuente: Elaboración propia

### Ventanas

Las ventanas de la vivienda son de vidrio simple monolítico con un 30 % de marco PVC. Según los datos entregados por el equipo del proyecto Casa FENIX, la transmitancia térmica para las ventanas es de  $4,5(\text{W}/\text{m}^2\text{°C})$  (Casa Fenix, 2016).

### Puertas

Las puertas exteriores de la vivienda son de pino Oregón de 50 (mm) de espesor barnizadas en poliuretano. En la tabla 8.4 se muestra la resistencia térmica total para las puertas de la vivienda.

**Tabla 8.4:** Resistencia térmica de las puertas casa FENIX

| Material          | Espesor (m) | Conductividad ( $\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ ) | Resistencia ( $\text{m}^2\text{°C}/\text{W}$ ) |
|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Pino oregón       | 0,05        | 0,12                                                  | 0,417                                          |
| $R_{si}$          |             |                                                       | 0,12                                           |
| $R_{se}$          |             |                                                       | 0,05                                           |
| Resistencia total |             |                                                       | 0,587                                          |

Fuente: Elaboración propia

### Resumen

Finalmente, las tablas 8.5 y 8.6 muestran la transmitancia térmica y cantidad de metros cuadrados de cada elemento de la envolvente para la casa FENIX post emergencia y casa FENIX Huerta-Carvajal respectivamente. Además se indica la transmitancia máxima permitida para la zona donde se instalará la vivienda.

**Tabla 8.5:** Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente casa FENIX post emergencia

| Elemento | Area ( $\text{m}^2$ ) | Transmitancia ( $\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$ ) | $Transmitancia_{max}(\text{W}/\text{m}^2\text{°C})$ |
|----------|-----------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Techo    | 28,23                 | 0,334                                            | 0,6                                                 |
| Piso     | 28,23                 | 0,269                                            | 0,87                                                |
| Muros    | 46,41                 | 0,352                                            | 3                                                   |
| Ventanas | 7,62                  | 4,5                                              |                                                     |
| Puertas  | 1,6                   | 1,704                                            |                                                     |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.6:** Transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente casa FENIX Huerta-Carvajal

| Elemento | Area ( $m^2$ ) | Transmitancia ( $W/m^2\text{°C}$ ) | $Transmitancia_{max}(W/m^2\text{°C})$ |
|----------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Techo    | 44,65          | 0,334                              | 0,6                                   |
| Piso     | 44,65          | 0,269                              | 0,87                                  |
| Muros    | 129,1          | 0,352                              | 3                                     |
| Ventanas | 15,67          | 4,5                                |                                       |
| Puertas  | 3,2            | 1,704                              |                                       |

Fuente: Elaboración propia

### 8.3. Otras consideraciones

Para poder realizar una correcta evaluación energética de la casa FENIX post emergencia y definitiva, se debe definir los sistemas de calefacción, iluminación, agua caliente sanitaria (ACS) y orientación de las ventanas:

- Sistema de calefacción: La vivienda de emergencia no cuenta con un sistema de calefacción. Sin embargo, según la encuesta CASEN 2015 en la región de Valparaíso la mayoría de las familias de escasos recursos económicos utilizan una estufa a kerosene para calefacción.
- Iluminación: La herramienta CEV del ministerio de vivienda y urbanismo entrega valor por defectos para este parámetro.
- Agua caliente sanitaria: Se utiliza un sistema de calentamiento de agua directo a gas licuado con cañerías con aislación.
- Orientación de las ventanas: La vivienda de emergencia, vivienda social definitiva y casa FENIX tendrán la misma orientación. Por lo tanto, las ventanas principales estarán en dirección norte y sur. Por lo tanto, el factor de accesibilidad (FA) es de 0,98 y el factor de sombra (FS) igual a 1, debido a que no existen elementos cerca de la vivienda que generen sombra. Sin embargo, la casa FENIX HC posee ventanas en dirección este y oeste con un FA igual a 0,98 y FS igual a 0,78, puesto que existe una vivienda cerro arriba a aproximadamente 8 metros.

Los datos anteriores aplican tanto para la casa FENIX post emergencia como también para la casa FENIX HC. Sin embargo, la casa FENIX HC en el caso del agua caliente sanitaria posee un sistema solar térmico de 120 litros de capacidad compuesta por una placa solar plana de  $2 m^2$ , otorgando al sistema ACS un 53 % de la energía necesaria para su funcionamiento. También, esta vivienda

posee un sistema solar fotovoltaico compuesto por 4 paneles policristalinos de 310 (W), generando un ahorro anual de 1721,9 (kWh) al año.

## 8.4. Calificación energética

### 8.4.1. Calificación energética casa FENIX post emergencia

Con los datos mencionados anteriormente determinados e ingresados en el sistema de evaluación CEV del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se determina que la casa FENIX post emergencia posee una calificación de arquitectura A con un ahorro de energía de 92,2 % y una calificación de arquitectura + equipos + tipo de energía A, ahorrando un 76,0 %.

Por otra parte, la demanda de energía que requeriría este tipo de construcción es de 45,5 (kWh/año) por cada metro cuadrado. En total la casa FENIX post emergencia necesita una cantidad de energía igual a 1285 (kWh/año) desglosada de la siguiente forma (ver tabla 8.7):

**Tabla 8.7:** Energía consumida al año casa FENIX post emergencia

| Sistema     | Demanda de energía (kWh) | Pocentaje del total ( %) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Calefacción | 209,9                    | 16,3 %                   |
| ACS         | 956                      | 74,4 %                   |
| Iluminación | 119,6                    | 9,3 %                    |
| Total       | 1285,5                   | 100 %                    |

Fuente: Elaboración propia a partir de la herramienta CEV

### 8.4.2. Calificación energética casa FENIX HC

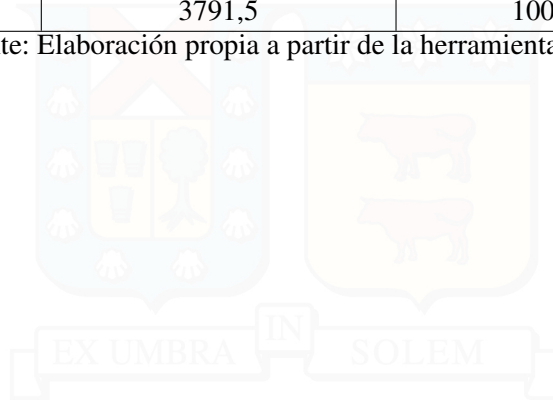
Realizando el mismo procedimiento mencionado anteriormente, pero esta vez con los datos correspondientes a la casa FENIX HC, se determina que la vivienda posee una calificación de arquitectura A con un ahorro de energía de 86,8 % y una calificación de arquitectura + equipos + tipo de energía A, ahorrando un 84,9 %.

En cuanto a la demanda de energía que requiere esta vivienda, la herramienta CEV del Ministerio de Vivienda y Urbanismo establece que la vivienda demanda 45,2 (kWh/año) de energía por cada metro cuadrado, sumando en total un requerimiento de 3791,5 (kWh/año) distribuidos de la siguiente forma (ver tabla 8.8):

**Tabla 8.8:** Energía consumida al año casa FENIX HC

| Sistema     | Demanda de energía (kWh) | Pocentaje del total ( %) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Calefacción | 1152,9                   | 30,4 %                   |
| ACS         | 2219,6                   | 58,5 %                   |
| Iluminación | 419                      | 11,1 %                   |
| Total       | 3791,5                   | 100 %                    |

Fuente: Elaboración propia a partir de la herramienta CEV



## 9 | Evaluación socio-económica

En el presente capítulo se expondrán los análisis y resultados del beneficio económico que genera la casa FENIX al compararla con la actual solución habitacional de emergencia. Se considerarán los costos de inversión del proyecto y beneficios generados en las familias beneficiadas y Estado de Chile, con los cuales se procederá a calcular los indicadores económicos.

### 9.1. Inversiones

La inversión que hay que realizar en el proyecto casa FENIX provendrá de los costos por mejorar la eficiencia energética y diseño de las viviendas entregadas en periodo de emergencia. En este sentido, se debe determinar el valor de la vivienda de emergencia de referencia y de la vivienda social definitiva de referencia. Según el estudio “comparación de soluciones habitacionales de emergencia” realizado por la ONEMI, las viviendas de emergencia usadas en la región de los Lagos en el año 2014 tuvieron un costo de 5,77 UF por metro cuadrado construido, considerando un kit eléctrico, sanitario y de aislación. Por lo tanto, el valor total de la vivienda de emergencia de referencia es de 139 UF, asumiendo que debe poseer  $24 \text{ m}^2$  ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)). Por otra parte, la vivienda social definitiva tiene un valor de 563 UF, según los últimos subsidios habitacionales entregados en las diferentes catástrofes que han azotado al país ([Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016a](#)).

Por otro lado, según los reportes del equipo del proyecto casa FENIX, la vivienda otorgada a la familia Huerta-Carvajal tuvo un costo de 798 UF, equivalentes a 8,62 UF por metro cuadrado construido. Considerando el valor anterior, se puede asumir que el costo de la casa FENIX post-emergencia es de 275 UF, tomando en cuenta que posee  $31,96 \text{ m}^2$  construidos. Finalmente, para terminar de construir la vivienda, es decir, completar los  $92,52 \text{ m}^2$  que posee, se debería invertir 523 UF adicionales. Por último, en la casa FENIX HC se realizó una inversión en un sistema solar fotovoltaico y un sistema solare térmico, sumando un costo total de 134 UF (esta inversión se

evaluará por separado, puesto que incentiva al uso de energías renovables, pero no se enfoca en resolver la problemática planteada por el proyecto casa FENIX). Cabe mencionar que todos los valores no incluyen IVA.

Tomando en cuenta los costos mencionados anteriormente, la inversión inicial en año 0 viene dada por la diferencia de valor entre la vivienda de emergencia y la casa FENIX post emergencia, lo que se traduce en 136 UF. Además, considerando que la solución habitacional en promedio demora 5 años, en quinto año del flujo de caja se realizara una nueva inversión que incluye los costos de la vivienda definitiva. Dado que la casa FENIX es progresiva, al compararla con los costos de la vivienda de referencia genera un ahorro por reinversión de 40 UF.

## 9.2. Beneficios de la casa FENIX sobre las familias

### 9.2.1. Ahorro en calefacción

Tomado en cuenta que el proyecto va dirigido a las familias más pobres de nuestro país, y que se encuentran en estado de catástrofe, el tipo de calefacción de referencia que será utilizado para la evaluación es una estufa a kerosene común con una potencia nominal de 9,58 [kW] y un consumo de 0,313 litros por hora. Por otra parte, según la página web [www.parafinaonline.cl](http://www.parafinaonline.cl), el valor promedio de un litro de kerosene en la comuna de Valparaíso tiene un valor de 572 pesos chilenos. En la tabla 9.1 se expone los ahorros en calefacción expresado en UF, asumiendo que la estufa tiene un 65 % de eficiencia.

**Tabla 9.1:** Ahorro en calefacción proyecto casa FENIX

| Tipo vivienda              | Demanda de calefacción [kWh] | Consumo kerosene [UF] | Ahorro [UF] |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------|
| Vivienda de emergencia     | 1431                         | 1,56                  | -           |
| Casa FENIX post emergencia | 209                          | 0,23                  | 1,33        |
| Vivienda social definitiva | 2.954                        | 3,23                  | -           |
| Casa FENIX HC              | 1152                         | 1,26                  | 1,97        |

Fuente: Elaboración propia

### 9.2.2. Ahorro sistemas solares

Los sistemas solares de la casa FENIX HC permiten disminuir el consumo de electricidad y gas licuado:

- El sistema de paneles fotovoltaicos le permite inyectar 1721,9 [kWh] anuales a la red de electricidad de la vivienda y considerando que el valor de la energía eléctrica según [Chil-](#)

quinta (2017), principal distribuidora de la región, es de 145,16 [\$/kWh], se tiene un ahorro de 9,5 UF.

- El sistema solar térmico aporta con un 53 % de la energía necesaria para el agua caliente sanitaria de la vivienda. Este ahorro de energía se traduce en un ahorro monetario de 4,07 UF, según indica el equipo del proyecto Casa Fenix (2016).

### 9.3. Beneficios de la casa FENIX en salud pública

Para medir el impacto que poseería la casa FENIX en temas de salud pública, se procederá a estudiar el comportamiento de las consultas diarias de urgencia en la comuna de Valparaíso en relación con las temperaturas y cantidad de precipitaciones diarias. Para lograr este análisis, se trabajará bajo dos supuestos:

1. En contraste con las familias que reciben una vivienda de emergencia inmediatamente ocurrida la emergencia, la modularidad y mejores condiciones de habitabilidad de la casa FENIX permite disminuir la humedad provocada por precipitaciones, provocando una considerable disminución de enfermedades respiratorias durante los años que las familias están a la espera de una solución habitacional definitiva.
2. Un aumento de la temperatura promedio en el interior de una vivienda genera mejores condiciones de habitabilidad en comparación con la vivienda definitiva, provocando una disminución de enfermedades respiratorias dentro del grupo familiar.

#### 9.3.1. Casa FENIX v/s vivienda de emergencia

En el año 2014 las autoridades del gobierno de Chile y de la comuna de Valparaíso recibieron múltiples denuncias acerca de la calidad de las viviendas de emergencias que se estaban entregando luego del gran incendio que afectó a la ciudad. El área de innovación del Ministerio del interior y seguridad pública emitió un documento en donde afirmaban que *“Las viviendas tradicionales de emergencia no han soportado las inclemencias del tiempo en estos meses de otoño/invierno, agravando la situación de vulnerabilidad de las familias que ya se encuentran previamente en una situación crítica. Si bien se ha mejorado el estándar de la vivienda de emergencia, incorporando paneles térmicos estructurales de OSB, estas tampoco han resistido la exposición a la lluvia, con las consiguientes consecuencias de concentración de ser humedad que afectan la materialidad de*

la vivienda y al mismo tiempo crean condiciones propicias para el surgimiento de enfermedades que afectan a sus habitantes, especialmente niños y ancianos” (Ministerio de Obras Públicas, 2014).

Dada la situación anterior, se procedió a descargar la estadística de atenciones de urgencia de enfermedades respiratorias de los años 2013 y 2014 de la plataforma DEIS (2017) del Ministerio de Salud. Dicha información se puede observar en la figura 9.1:

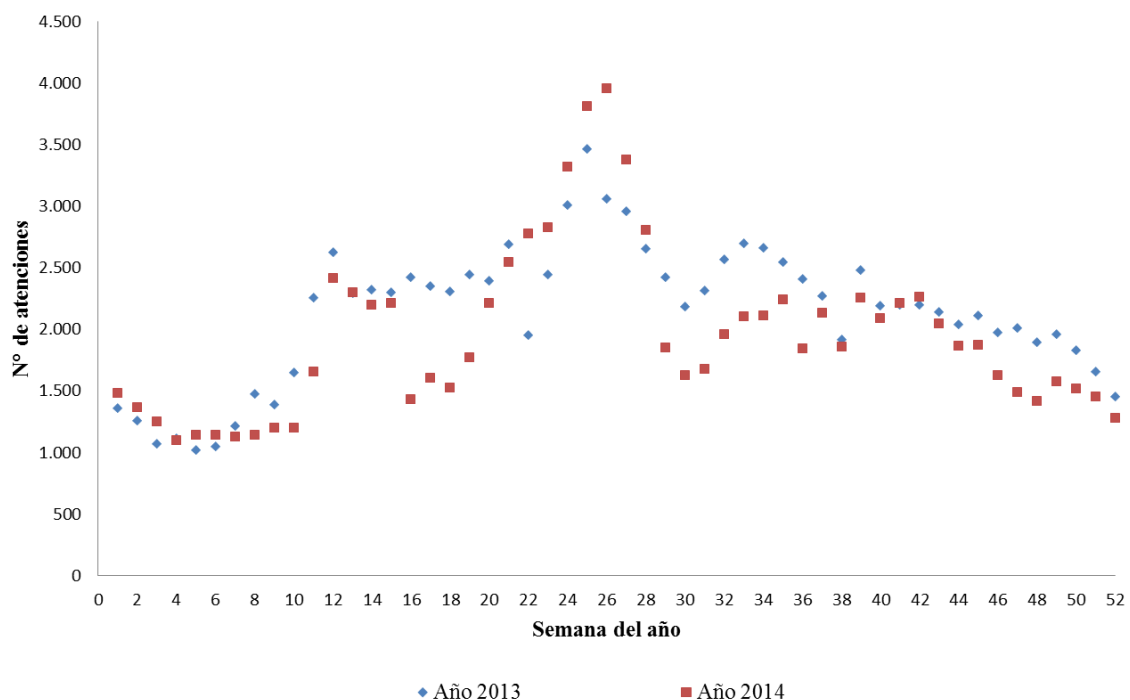


**Figura 9.1:** Cantidad de atenciones de urgencia semanales en el año 2013 y 2014

Fuente: Elaboración propia a partir de DEIS (2017)

Como se puede observar en el gráfico anterior, la cantidad de atenciones de urgencia semanales tienen tendencias similares para ambos años. Sin embargo, entre las semanas 22 y 28 del año 2014 hay notorio aumento de las atenciones de urgencia con respecto al año 2013. Para poder comprobar si el aumento de las atenciones de urgencia tienen relación con la cantidad de precipitaciones, se descargó desde el sitio web [www.datos.gob.cl](http://www.datos.gob.cl) las estadísticas de precipitaciones semanales para el año 2013 y 2014. Según estas estadísticas, en el año 2013 habían caído 373 (mm), mientras que para el año 2014 las precipitaciones fueron de 384 (mm). Por otra parte, hasta la semana 28 del año 2013 habían caído 335 (mm) y en el año 2014 hasta la misma fecha solo habían caído 244 (mm), es decir, hasta la semana 28 del 2014 había precipitado un 27 % menos que el año 2013. En el gráfico 9.2 se pueden observar las precipitaciones y números de urgencias semanales para ambos años en

estudio.

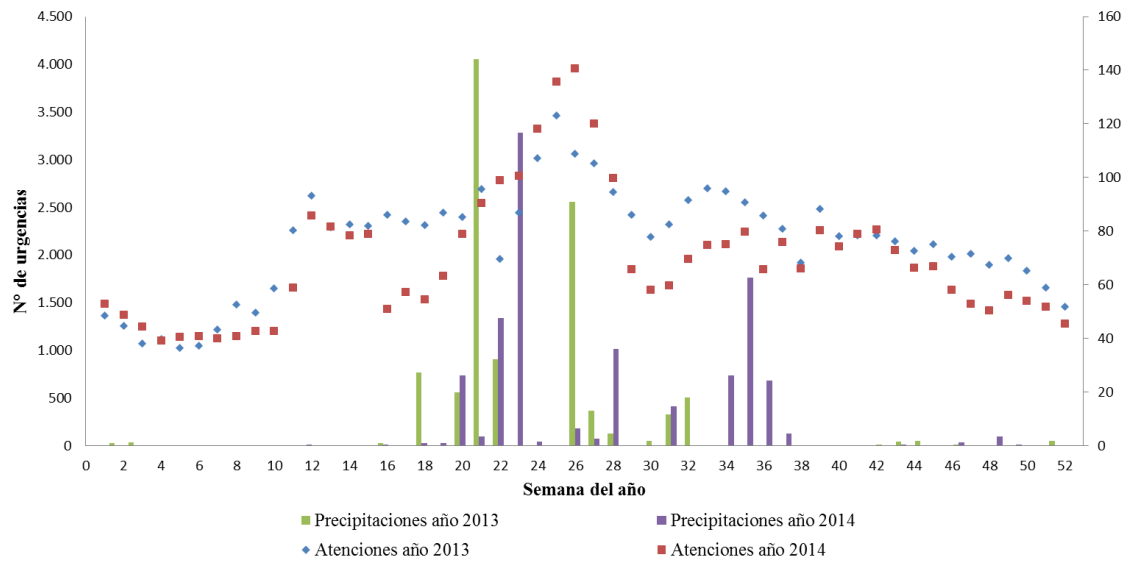


**Figura 9.2:** Precipitaciones y numero de urgencias semanales años 2013 y 2014  
Fuente: Elaboración propia a partir de [DEIS \(2017\)](#) y [Gobierno de Chile \(2017\)](#)

A partir de lo anterior, se puede concluir que el aumento de las atenciones de urgencia de enfermedades respiratorias entre la semana 22 y 28 no tuvo relación alguna con la cantidad de precipitaciones registradas a la fecha, mas aún considerando que la temperatura promedio en dicho intervalo de tiempo fue igual a 10,92 °C y 10,69 °C para el año 2013 y 2014 respectivamente, es decir en el año 2014 fue un 2,1 % menor. En el gráfico 9.3 se representa dichas temperaturas semanales, observándose que en general durante las 7 semanas la temperatura fue mayor en el año 2014, con la excepción de la semana 23, 26 y 28.

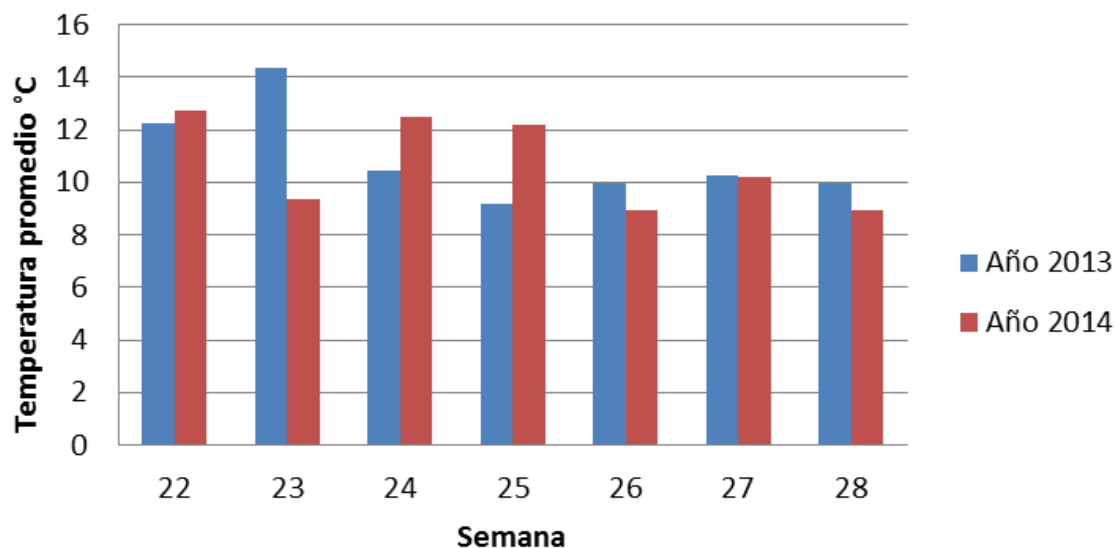


**Figura 9.3:** Temperaturas promedio semanal entre la semana 22 y 28

Fuente: Elaboración propia a partir de [Gobierno de Chile \(2017\)](#)

Considerando que hubo una mayor cantidad de precipitación entre la semana 22 y 28 del año 2013 comparado con el año 2014, y que en general la temperatura fue similar en dicho intervalo de tiempo para ambos años, se podría suponer entonces que el aumento de la cantidad de atenciones de urgencia por enfermedades respiratorias en el año 2014 tubo directa relación con las viviendas de emergencia entregadas a las familias afectadas por el gran incendio de Valparaíso. Para comprobar este supuesto, mediante el buscador de Google, se buscó noticias relacionadas con las lluvias caídas en la comuna de Valparaíso, verificándose que efectivamente las mediaguas entregadas luego del incendio no soportaron la situación de invierno, donde según el diario El Mercurio, las autoridades tuvieron que entregar nylon para que las construcciones pudieran aislarse de mejor forma. Las siguientes imágenes 9.4, 9.5 y 9.6 muestran algunas de estas noticias publicadas durante esas semanas.

## Valparaíso: Repartirán nylon e impermeabilizantes a damnificados para paliar las lluvias

Las autoridades regionales ya han entregado algunos kits de emergencias. Si bien no se pronostica lluvia para los próximos seis días, los termómetros cada vez marcarán menos grados.

22 de Mayo de 2014 | 13:59 | Por Verónica Reyes Serra, Emol



### RECOMENDADOS DEL EDITOR



INFOGRAFÍA: Lo que hay que saber para ver eclipse solar de este domingo



CHILENOS QUE VIAJEN A EE.UU.  
¿Pueden revisar tu celular y pedir tus contraseñas en la aduana?



**Figura 9.4:** Noticia diario El Mercurio  
Fuente: ([Diario El Mercurio](#), 2014)



**Figura 9.5:** Viviendas de emergencia forradas con nylon

Fuente: ([24horas](#), 2014)

Publicado En: Jue, jun 12th, 2014

Destacados / Nacional | Por [Diario Chile](#)

## PROTESTA; Damnificados Por Incendio En Valparaíso, Protestaron Por Mala Solución Habitacional Del Gobierno De Bachelet.

 Me gusta  Compartir A 13 personas les gusta esto. Sé el primero de tus amigos.

Decenas de damnificados por el megaincendio que destruyó casi 3.000 viviendas y dejó 15 muertos en Valparaíso en abril pasado realizaron una protesta frente a la sede del Congreso Nacional en ese país, para poner en evidencia las deficiencias que muestran, según afirmaron, las viviendas de emergencia instaladas en el área afectada por la catástrofe.

Los participantes en la acción, quienes se reunieron pese a la intensa lluvia que se desencadenó este miércoles en el puerto, protagonizaron forcejeos con efectivos de Carabineros.

Los manifestantes afirmaron que las casas provisionales edificadas tras el siniestro experimentan graves filtraciones y no han podido enfrentar las precipitaciones registradas en la Región de Valparaíso en los últimos días.

“Hoy todas las mediaguas se llueven, todas están con daños”, afirmaron.

Mientras golpeaban ollas y enarbolaban carteles, los participantes en la protesta también exigieron la presencia de autoridades de Gobierno y parlamentarios para que comprueben en terreno los efectos de las precipitaciones sobre las viviendas provisionales.

Las lluvias generadas por el actual frente de mal tiempo acumulaban más de 40 mm durante las últimas siete horas en Valparaíso, donde se registran inundaciones en varias calles. Un escenario similar se vivía esta noche en Viña del Mar.

**Figura 9.6:** Noticia Diario Chile

Fuente: ([Diario Chile](#), 2014)

Como se mencionaba al principio de esta sección, la humedad combinado con las bajas temperaturas genera un ambiente propicio para el surgimiento de enfermedades, que afectan en mayor medida a niños y ancianos. La vivienda de emergencia, aunque cumpla con los estándares térmicos dispuestos por la Norma Chilena, no logra resistir a la humedad, generando problemas en las familias que la habitan.

Estos problemas se podrían evitar si en vez de entregar una vivienda de emergencia, entregaran el módulo de supervivencia de la casa FENIX, el cual no demora más de 3 días en construirse y brinda un espacio de refugio para las familias. Por otra parte, según el equipo del proyecto casa FENIX, los muros además de poseer una cámara de aire y aislantes, también contiene una barrera de humedad membrana hidrófuga, por lo que es prácticamente impermeable a cualquier líquido, y

por lo tanto mantiene un ambiente seco y fresco al interior de la vivienda.

Considerando lo anterior, y para efectos de la evaluación social, se asumirá que parte de este aumento de atenciones de urgencia por enfermedades respiratorias sería un ahorro en salud si a las familias se les hubiera otorgado una casa FENIX en vez de una vivienda de emergencia. En la tabla 9.2 se muestra el aumento de de atenciones de urgencia durante este periodo.

**Tabla 9.2:** Cantidad de enfermedades respiratorias entre las semanas 21-27 años 2013 y 2014

| Tipo                  | Año 2013 | Año 2014 | Diferencia |
|-----------------------|----------|----------|------------|
| Consultas de urgencia | 19.804   | 23.094   | 3290       |

Fuente: Elaboración propia a partir de [DEIS \(2017\)](#)

### 9.3.2. Aumento de la temperatura promedio

Para poder observar el impacto de aumentar de la temperatura promedio en el interior de una vivienda, se procederá a calcular las diferencias de temperatura que existen entre la casa FENIX y la solución habitacional definitiva que se utiliza actualmente en nuestro país.

Según lo señalado por [Gutiérrez \(2017\)](#), en el año 2012 las familias más pobres del país tenían un gasto promedio en calefacción de un 5 % del total. Este mismo autor indica que los quintiles más pobres del país gastan en promedio 417.621 pesos chilenos al mes. Con los datos anteriores, y a partir de la potencia entregada por una estufa a kerosene, se estima que dichas familias aportan 1118 (kWh) mensuales al hogar, es decir, considerando que un mes posee 720 horas, las familias entregan una potencia de 1553 (W) al hogar.

Suponiendo que las familias que vivirán en la casa FENIX seguirán gastando la misma cantidad de energía en calefacción, se tiene un aumento de la temperatura en el interior del hogar de 3,87 °C respecto a la vivienda de emergencia y 2,32 °C respecto a la vivienda definitiva de referencia, debido a las mejoras en aislación.

### Disminución de consultas de urgencia

El Ministerio de Salud, a través de su sistema online de estadísticas, entrega información sobre la cantidad de consultas de urgencia que se registran semanalmente en la comuna de Valparaíso. Se procede a descargar las estadísticas para el año 2016, con el fin de compararlas con las temperaturas promedio semanales del mismo año.

Se consideran las semanas con temperaturas más bajas del año y con más consultas de urgencia registradas, es decir desde la semana 19 a la 39, correspondiente a los meses mayo, junio, julio,

agosto y septiembre del año 2016. Los valores se detallan en la tablas 9.3 y 9.4.

**Tabla 9.3:** Cantidad de urgencias médicas respiratorias y temperaturas semanas 19 a 29

| Semana      | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Urgencias   | 2144 | 2271 | 2359 | 2430 | 2923 | 3042 | 3389 | 3450 | 3083 | 2777 | 2629 |
| Temperatura | 15,1 | 15,2 | 14,2 | 14,1 | 12,2 | 12,8 | 11,5 | 11,7 | 12,3 | 12,3 | 12,9 |

Fuente: Elaboración propia a parir de [DEIS \(2017\)](#)

**Tabla 9.4:** Cantidad de urgencias médicas respiratorias y temperaturas semanas 30 a 39

| Semana      | 30   | 31   | 32   | 33   | 34   | 35   | 36   | 37   | 38   | 39   |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Urgencias   | 2519 | 2924 | 3096 | 2924 | 2639 | 2504 | 2441 | 1993 | 2043 | 1993 |
| Temperatura | 12,6 | 13,5 | 13,7 | 13,9 | 13,5 | 12,1 | 13,2 | 13,5 | 13,6 | 14,1 |

Fuente: Elaboración propia a parir de [DEIS \(2017\)](#)

Por medio de la herramienta Excel se procede a analizar los datos y hacer una regresión lineal, considerando solo las urgencias médicas respiratorias, observándose que la relación entre la variable dependiente “cantidad de urgencias médicas respiratorias” y la variable independiente “temperatura promedio semanal” es exponencial con un coeficiente  $r^2$  igual a 0,82, es decir un 82 % de los datos se logran representar correctamente en este modelo (ecuación 9.3) . A partir de lo anterior, y suponiendo que la temperatura exterior es igual a la del interior de la vivienda de emergencia y definitiva tradicional, con un aumento de 3,87 °C y 2,32 °C en el interior del hogar se logra disminuir un 46 % y 32 % las consultas de urgencia respiratorias respectivamente.

$$N^{\circ} \text{ de urgencias respitarorias semanales} = 17943e^{-0,1472T} \quad (9.1)$$

- Donde T es la temperatura promedio semanal.

### Estimación de la demanda en salud pública

Antes de estimar la demanda de salud de las familias beneficiadas por el proyecto casa FENIX, se deben hacer algunas suposiciones para que la evaluación esté libre de posibles sesgos:

- Solo se consideraran las enfermedades que tienen relación directa con condiciones de la envolvente de una vivienda, es decir, enfermedades respiratorias de todo tipo.
- La mayoría de las familias beneficiadas por el proyecto son parte del sistema de salud FONASA. Por lo tanto, de los 4 segmentos que se compone el sistema, solo se consideraran los segmentos A, B y C, puesto que estos son los que representan de mejor forma el nivel

socioeconómico de las familias. En la tabla 9.5 se puede observar la cantidad de personas afiliadas a FONASA en la comuna de Valparaíso.

- Con el fin de potenciar la variable de estudio, se supondrá que el 75 % de la cantidad total de enfermedades respiratorias son causadas por la mala calidad de las viviendas.

**Tabla 9.5:** Afiliados a FONASA en comuna de Valparaíso

| Grupo | N° de afiliados | Porcentaje del total |
|-------|-----------------|----------------------|
| A     | 71.593          | 29 %                 |
| B     | 81.768          | 32 %                 |
| C     | 43.401          | 17 %                 |
| D     | 57.598          | 22 %                 |
| Total | 254.360         | 100 %                |

Fuente: ([Fondo Nacional de Salud, 2017](#))

Para calcular los requerimientos de salud de las familias se considerarán las consultas médicas normarles, consultas de urgencia, hospitalizaciones y licencias médicas en la comuna de Valparaíso. Por otra parte, para obtener dicha información se procedió a descargar los reportes estadísticos del Ministerio de Salud, a través de su plataforma online DEIS, la cual tiene información actualizada sobre las hospitalizaciones y consultas médicas de urgencia y normales (tabla 9.6). Además, cabe mencionar algunas consideraciones que se tomaron en cuenta a la hora de descargar los reportes:

- Las estadísticas de consultas de urgencias pertenecen al año 2016 y solo se consideran enfermedades respiratorias.
- La cantidad de hospitalizaciones se obtiene por medio de las estadísticas de egresos hospitalarios que entrega la plataforma DEIS, actualizada al año 2014.
- Las consultas médicas normales son del año 2013 y debido a que no existía un filtro de datos por enfermedades respiratorias, se consideraron la cantidad totales de consultas por enfermedades asociadas al sistema respiratorios, las cuales fueron: Síndrome Bronquial Obstructivo, Neumonía, Asma, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica y Otras Respiratorias.

**Tabla 9.6:** Cantidad de enfermedades respiratorias comuna de Valparaíso

| Tipo                  | Cantidad de enfermedades respiratorias |
|-----------------------|----------------------------------------|
| Consultas de urgencia | 100.576                                |
| Consultas normales    | 12.515                                 |
| Hospitalizaciones     | 2.880                                  |

Fuente: Elaboración propia a partir de [DEIS \(2017\)](#)

En el caso de las licencias médicas, los reportes estadísticos fueron obtenidos del sitio web de [Fondo Nacional de Salud \(2017\)](#). Sin embargo, esta información considera la región de Valparaíso en su totalidad, por lo que para obtener la cantidad de licencias médicas para la comuna de Valparaíso se considerará la población de ambos territorios y se asumirá que son directamente proporcionales. Según la información entregada por el INE de Valparaíso, en el año 2016 la población de la región de Valparaíso y la comuna de Valparaíso es igual a 1.842.880 y 295.731 respectivamente. Considerando las poblaciones expuestas anteriormente, y que la cantidad de licencias médicas asociadas a enfermedades respiratorias para el año 2015 en la región de Valparaíso fue igual a 18.822, la cantidad de licencias médicas otorgadas en la comuna de Valparaíso para el año 2015 fue de 3.020.

Finalmente, considerando todos los supuestos mencionados anteriormente, es decir tomando en cuenta que el 75 % de las enfermedades respiratorias son producto de las malas condiciones de habitabilidad de la vivienda y dichas enfermedades están asociadas a los grupos A, B y C de FONASA, los requerimientos de salud pública para la comuna de Valparaíso se pueden ver en la tabla 9.7 expuesta a continuación.

**Tabla 9.7:** Requerimientos de salud asociadas a la mala calidad de vivienda en comuna de Valparaíso

| Tipo                  | Cantidad |
|-----------------------|----------|
| Consultas de urgencia | 58.837   |
| Consultas normales    | 7.321    |
| Hospitalizaciones     | 1.685    |
| Licencias médicas     | 1.766    |

Fuente: Elaboración propia

### Disminución de prestaciones

Para poder calcular el potencial ahorro en salud que se obtendría si todas las familias luego de una catástrofe habitaran una casa FENIX, hay que estimar los requerimientos de salud pública que tendría dicha población. Según los datos entregados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, luego del incendio de Valparaíso se otorgaron 2.977 subsidios para adquirir o construir una

vivienda, es decir, dicha cantidad de familias tuvieron daños graves en sus viviendas y por ende, recibieron una vivienda de emergencia provisoria a la espera de una solución habitacional definitiva. Si se toma en cuenta que en promedio una familia chilena tiene 4 integrantes y 2 de ellos se consideran parte de la población activamente trabajando, se tiene que en total hay 11.908 personas afectadas, de las cuales 5.954 están trabajando. A partir de esta estimación, es posible determinar los requerimientos de salud de las familias afectadas por el incendio, cuyos valores se muestran la tabla 9.8.

Por otra parte, considerando que los requerimientos de salud de las familias al habitar una casa FENIX disminuyen un 32 % respecto a las familias que habitan una vivienda tradicional y un 46 % respecto a las familias que habitan una vivienda de emergencia, en la tabla 9.8 se muestran la cantidad de enfermedades por dichos escenarios.

**Tabla 9.8:** Prestaciones de salud al habitar una casa FENIX v/s situación actual

| Tipo                     | Situación actual | Casa FENIX post emergencia | Casa FENIX |
|--------------------------|------------------|----------------------------|------------|
| N° de urgencias          | 2.369            | 1.279                      | 1.611      |
| N° de consultas normales | 295              | 159                        | 200        |
| Hospitalizaciones        | 68               | 37                         | 46         |
| Licencias médicas        | 71               | 38                         | 48         |

Fuente: Elaboración propia

### 9.3.3. Costo salud pública

Para cuantificar el beneficio social económico de la casa FENIX debido a la disminución de requerimiento de salud pública de las familias beneficiadas por el proyecto, se debe obtener los costos sociales de las atenciones de urgencias y normales, hospitalizaciones y licencias médicas asociadas a los segmentos A, B y C del Fondo de Salud Pública. Según [Gutiérrez \(2017\)](#), los costos se estiman de la siguiente forma:

- Costo atención de urgencia y normal: Xxx en su investigación indica que el Ministerio de salud implementa un sistema de grupos clínicos ajustados (GCA), el cual permite obtener un valor promedio de cada atención de urgencia o normal que se presente en un momento determinado en cualquier hospital, SAPU o centro de salud del país. El valor de una atención medica normal y de urgencia incluye los costos cobrados a los pacientes, gastos internos de cada centro de atención y costos por medicamentos, exámenes y otros.
- Costo hospitalización: Para calcular el valor de este servicio se toma en cuenta el costo

día cama de los hospitales públicos y la cantidad de días que el paciente permanece hospitalizado. En este sentido, se considera que en promedio un paciente con una enfermedad respiratoria permanece 10 días hospitalizado.

- Costo licencia médica: Según FONASA, en el año 2015 las licencias médicas tuvieron un costo promedio 16.000 pesos y se usaron por 8,4 días en promedio.

Tomando en cuenta los costos anteriores, el valor de cada requerimiento de salud se presenta en la tabla 9.9, considerando el valor de UF para cada año de estudio:

**Tabla 9.9:** Costos en salud pública

| Tipo                          | Costo (UF) |
|-------------------------------|------------|
| Atención de urgencia o normal | 1,93       |
| Hospitalizaciones             | 179        |
| Licencias médicas             | 5,16       |

Fuente: [Gutiérrez \(2017\)](#)

#### 9.3.4. Ahorro en salud pública

##### Por disminución de la humedad

Como se explicó anteriormente, vivir en una casa FENIX es muy beneficioso para las familias, sobre todo en época de grandes precipitaciones. Es por esta razón que se considerará un ahorro extra en salud que será proporcional a la cantidad de viviendas de emergencias que existan anualmente, es decir, dado que en promedio se demoran 5 años en entregar una solución definitiva, este ahorro ira decreciendo un 25 % por año. El ahorro es igual a 6.350 UF, equivalente a 2,13 UF por familia.

##### Por aumento de la temperatura interior

Tomando en cuenta la disminución de prestaciones de salud de enfermedades respiratorias cuando las familias habitan una casa FENIX, y considerando los costos asociados a cada tipo de prestación, se puede estimar el ahorro en salud que se generaría por cada familia (ver tabla 9.10). Considerando que hay 2.977 familias afectadas, el ahorro por familia es igual a 2,73 UF en casa FENIX post emergencia y 1,9 UF en casa FENIX definitiva.

**Tabla 9.10:** Ahorro en salud si las familias habitan la casa FENIX

| Tipo                     | Ahorro casa FENIX post emergencia (UF) | Ahorro casa FENIX (UF) |
|--------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| N° de urgencias          | 2.103                                  | 1.463                  |
| N° de consultas normales | 261                                    | 182                    |
| Hospitalizaciones        | 5.586                                  | 3.886                  |
| Licencias médicas        | 168                                    | 117                    |
| Total                    | 8.120                                  | 5.649                  |

Fuente: Elaboración propia

## 9.4. Indicadores económicos

### 9.4.1. Proyecto casa FENIX

Para calcular los indicadores económicos, es necesario construir un flujo de caja mostrado en las tablas 9.11, 9.12 y 9.13 que, como se mencionó en la metodología, es construido en un horizonte de evaluación de 20 años. Cabe mencionar que se tomarán en cuenta flujos positivos provenientes del ahorro en prestaciones de salud pública y calefacción, debido a las mejoras en la envolvente de la casa FENIX.

**Tabla 9.11:** Flujo de caja evaluación socio-económica proyecto casa FENIX años 0-6

|                        | 0    | 1       | 2       | 3       | 4       | 5      | 6      |
|------------------------|------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Inversión              | -136 |         |         |         |         |        |        |
| Ahorro por reinversión |      |         |         |         |         | 40     |        |
| Ahorro en calefacción  |      | 1,33    | 1,33    | 1,33    | 1,33    | 1,97   | 1,97   |
| Ahorro en salud        |      | 4,86    | 3,80    | 3,44    | 3,26    | 1,90   | 1,90   |
| Flujo actualizado      | -136 | 5,84    | 4,56    | 4,00    | 3,64    | 39,25  | 2,73   |
| Flujo acumulado        | -136 | -130,16 | -125,59 | -121,59 | -117,95 | -84,44 | -81,72 |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.12:** Flujo de caja evaluación socio-económica proyecto casa FENIX años 7-13

|                        | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inversión              |        |        |        |        |        |        |        |
| Ahorro por reinversión |        |        |        |        |        |        |        |
| Ahorro en calefacción  | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   |
| Ahorro en salud        | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   |
| Flujo actualizado      | 2,57   | 2,43   | 2,29   | 2,16   | 2,04   | 1,92   | 1,81   |
| Flujo acumulado        | -79,14 | -76,71 | -74,42 | -72,26 | -70,22 | -68,30 | -68,30 |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.13:** Flujo de caja evaluación socio-económica proyecto casa FENIX años 14-20

|                        | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inversión              |        |        |        |        |        |        |        |
| Ahorro por reinversión |        |        |        |        |        |        |        |
| Ahorro en calefacción  | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   | 1,97   |
| Ahorro en salud        | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   | 1,90   |
| Flujo actualizado      | 1,71   | 1,61   | 1,52   | 1,44   | 1,36   | 1,28   | 1,21   |
| Flujo acumulado        | -66,49 | -64,78 | -63,16 | -61,64 | -60,20 | -58,84 | -57,56 |

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los indicadores económicos muestra que el proyecto tiene un VAN social negativo igual a -57,56 UF. Sin embargo, hay que considerar que se está comparando una casa FENIX de 92,52 m<sup>2</sup> construidos con una vivienda definitiva de 50 m<sup>2</sup> construidos, habiendo una diferencia de más de 42,52 m<sup>2</sup> construidos. Además, solo se está tomando el valor de construir una vivienda casa FENIX sin considerar economías de escalas, lo cual reduciría los costos de inversión.

#### 9.4.2. Sistemas solares

Como se estipuló en los puntos anteriores, la inversión en los dos sistemas solares se evaluará por separado, ya que este tipo de inversión no ataca directamente al problema planteado, si no que más bien incentiva al uso de energías renovables, lo cual es parte de un compromiso anunciado en Chile mediante la promulgación de la ley 20.257 (Sauma, 2012).

En las tablas 9.14, 9.15 y 9.16 se muestra el flujo de caja cuyos flujos positivos provienen del ahorro en energía eléctrica y gas licuado utilizado en para el sistema ACS.

**Tabla 9.14:** Flujo de caja evaluación socio-económica sistemas solares años 0-6

|                        | 0    | 1       | 2       | 3      | 4      | 5      | 6      |
|------------------------|------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Inversión              | -134 |         |         |        |        |        |        |
| Ahorro en electricidad |      | 9,5     | 9,5     | 9,5    | 9,5    | 9,5    | 9,5    |
| Ahorro en gas          |      | 4,07    | 4,07    | 4,07   | 4,07   | 4,07   | 4,07   |
| Flujo actualizado      | -134 | 12,80   | 12,08   | 11,39  | 10,75  | 10,14  | 9,57   |
| Flujo acumulado        | -134 | -121,20 | -109,12 | -97,73 | -86,98 | -76,84 | -67,27 |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.15:** Flujo de caja evaluación socio-económica sistemas solares años 7-13

|                        | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inversión              |        |        |        |        |        |        |        |
| Ahorro en electricidad | 9,5    | 9,5    | 9,5    | 9,5    | 9,5    | 9,5    | 9,5    |
| Ahorro en gas          | 4,07   | 4,07   | 4,07   | 4,07   | 4,07   | 4,07   | 4,07   |
| Flujo actualizado      | 9,02   | 8,51   | 8,03   | 7,58   | 7,15   | 6,74   | 6,36   |
| Flujo acumulado        | -58,25 | -49,73 | -41,70 | -34,12 | -26,98 | -20,23 | -13,87 |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.16:** Flujo de caja evaluación socio-económica sistemas solares años 14-20

|                        | 14    | 15    | 16   | 17   | 18    | 19    | 20    |
|------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Inversión              |       |       |      |      |       |       |       |
| Ahorro en electricidad | 9,5   | 9,5   | 9,5  | 9,5  | 9,5   | 9,5   | 9,5   |
| Ahorro en gas          | 4,07  | 4,07  | 4,07 | 4,07 | 4,07  | 4,07  | 4,07  |
| Flujo actualizado      | 6,00  | 5,66  | 5,34 | 5,04 | 4,75  | 4,49  | 4,23  |
| Flujo acumulado        | -7,87 | -2,20 | 3,14 | 8,18 | 12,93 | 17,42 | 21,65 |

Fuente: Elaboración propia

A partir del flujo de caja anterior, la inversión en los dos sistemas solares genera un VAN social positivo equivalente a 21,65 UF. Por lo tanto, este proyecto tiene señales de viabilidad. Por otra parte, la tasa interna de retorno es igual a 8 %, superando la tasa social de descuento. Finalmente, el PayBack del proyecto es igual a 16 años.

## 9.5. Análisis de sensibilidad

Tomando en cuenta que el VAN social del proyecto casa FENIX es menor que 0, es necesario sensibilizar la o las variables que influyen determinantemente en el resultado. Hay que mencionar que existe 42,52  $m^2$  construidos de diferencia entre la solución habitacional definitiva y la casa FENIX, por lo tanto, esta variable afecta fuertemente en los indicadores económicos del proyecto. En la tabla 9.17 se procede a variar la cantidad de  $m^2$  construidos en la casa FENIX, con el fin de verificar el comportamiento de los indicadores económicos del proyecto, observándose que si se construye una casa FENIX cuyas dimensiones sean menores a 80  $m^2$ , el proyecto da señales de viabilidad.

**Tabla 9.17:** Análisis de sensibilidad proyecto casa FENIX

| $m^2$ construidos | VAN social | TIR     | PayBack |
|-------------------|------------|---------|---------|
| 92,52             | -57,56     | -       | -       |
| 90                | -44,18     | -       | -       |
| 85                | -18,13     | -       | -       |
| 80                | 9,13       | 7,5 %   | 14      |
| 75                | 37,58      | 12,9 %  | 5       |
| 70                | 105,15     | 26,6 %  | 5       |
| 65                | 129,59     | 32,3 %  | 5       |
| 60                | 159,57     | 35,5 %  | 5       |
| 55                | 190,35     | 39,27 % | 5       |
| 50                | 220,75     | 42,65 % | 5       |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 9.17, si se compara una casa FENIX con la misma cantidad de metros cuadrados construidos de la vivienda definitiva, el proyecto entrega excelentes indicadores, y por lo tanto la es la mejor opción.

Finalmente, con un análisis de sensibilidad realizado se determina que construyendo una casa FENIX menor a  $80 m^2$  el proyecto sigue obtenido indicadores económicos positivos y es viable. Es decir, se recomienda construir un refugio inicial de  $27,6 m^2$  con un costo de 238 UF y luego invertir 452 UF para terminar de construir la vivienda definitiva. Esta situación sigue siendo favorable para las familias, puesto que se logra construir una vivienda social con  $30 m^2$  más que la vivienda definitiva de referencia, usada comúnmente como solución habitacional definitiva en Chile.

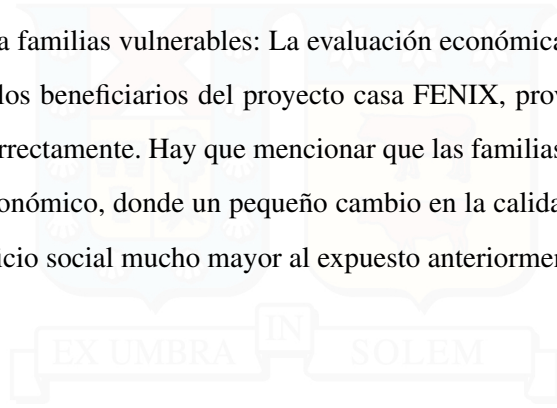
## 9.6. Consideraciones

La evaluación económica realizada anteriormente indica que el proyecto no se debe realizar, puesto que el VAN social es menor que cero, y por ende un proyecto no rentable. Sin embargo, este tipo de evaluación tiene ciertas limitantes que no permiten evaluar correctamente estos tipos de proyectos, los cuales están dirigidos a personas vulnerables, dañadas por alguna tragedia y que no tienen un hogar para vivir. Algunas de las limitantes se exponen a continuación:

- **Diseño participativo:** La elección de esta alternativa está fundamentada principalmente por la mejora evidente en la calidad de vida y velocidad de reintegración de las familias a sus vidas normales. Además, como indica Nina Ormazábal, creadora del proyecto casa FENIX, “la Casa FENIX se hizo a través de diseño participativo, lo cual permite que los ocupantes de la vivienda participen y se involucren, como usuarios en el proceso de diseño, indudablemente

guiados por los arquitectos del equipo FENIX, llegando a un diseño acordado a la medida de la familia, con el objeto también de demostrar que la calidad y dimensiones espaciales pueden lograrse con un subsidio habitacional”. A partir de esto, en la evaluación socio-económica no se considera el real valor de la opinión de las familias beneficiadas.

- Proyecto dirigido a familias vulnerables: La evaluación económica tradicional no considera características de los beneficiarios del proyecto casa FENIX, provocando un sesgo que no permite decidir correctamente. Hay que mencionar que las familias beneficiadas serán de un bajo nivel socioeconómico, donde un pequeño cambio en la calidad de sus viviendas puede provocar un beneficio social mucho mayor al expuesto anteriormente.



## 10 | Evaluación multicriterio

Como se pudo observar en los capítulos anteriores, la evaluación socio-económica registró una VAN social negativo, indicando que el proyecto no es viable socioeconómicamente. Esto suele ocurrir principalmente porque el tipo de evaluación no permite cuantificar todos los beneficios cualitativos y cuantitativos del proyecto casa FENIX. En este sentido, el método de evaluación no consideran variables que generan beneficios, tales como:

- Mejora exponencial de la calidad de vida de las familias: Las personas que son beneficiarias del proyecto ya están afectadas psicológicamente y emocionalmente por alguna catástrofe, por lo que el hecho de que puedan recuperar su hogar rápidamente y que este además posea un desempeño energético muy superior a las actuales soluciones habitacionales, permite que la sensación de calidad, seguridad y habitabilidad aumenten considerablemente.
- Los beneficiarios del proyecto son prioridad nacional: Cuando ocurre un terremoto, tsunami, erupción de volcán o un megaincendio que acaba con miles de viviendas de familias vulnerables y de escaso recursos, las autoridades son quienes deben velar por la seguridad de dichas familias y garantizar un lugar digno para vivir. Es por esto que al tratarse de una parte muy pequeña de la población, los esfuerzos por otorgar soluciones habitacionales de forma rápida y eficiente deben ser mayores y, por lo tanto, si se realizarán de la manera correcta, provoca un gran beneficio tanto para las personas afectadas por la tragedia, como para las autoridades que están encargadas.
- Mejoras en temas de salud pública y medioambiente: Aunque en la evaluación social-económica se logró cuantificar el ahorro por la disminución de enfermedades respiratorias, producto de las mejoras en la envolvente que posee la casa FENIX, no se consideran otras variables que igualmente siguen generando beneficios para el proyecto. Por ejemplo, si en el periodo inmediatamente luego del evento de emergencia se les otorga a las familias una solución

habitacional de calidad y progresiva como lo es la casa FENIX, claramente, como se expuso en capítulo anterior, disminuyen la cantidad de prestaciones de salud, pero además los centros médicos asistenciales pueden mejorar sus tiempos de respuesta, puesto que existiría un menor flujo de personas que atender.

- Sentimiento de pertenencia: No es lo mismo que una familia, luego de perder su hogar, habite una vivienda de emergencia a que viva en una casa FENIX modular y progresiva. En el primer caso, las familias estarán pensando constantemente en la vivienda definitiva y mientras más larga sea la espera, más desilusión o angustia se va generando en el entorno familiar. En el caso de la casa FENIX, las familias viven en un lugar que será su futura vivienda, y por ende desde el primer momento crean un vínculo o sentimiento de pertenencia con la vivienda, provocando mejores sensaciones de calidad, habitabilidad, seguridad y una mejor disposición para esperar la solución habitacional definitiva. Por otra parte, la casa FENIX es flexible en diseño lo que admite que cada familia pueda participar activamente en lo que será el modelo de su futura vivienda.
- Confort de la vivienda: Las diferentes características de la casa FENIX permiten disminuir la contaminación acústica y ambiental, aumentar la temperatura al interior de la vivienda y mantener una ambiente seco y sin humedad. Esto provoca efectos positivos sobre las familias, aumentando la productividad y la capacidad para realizar actividades diarias.

Tomando en cuenta los puntos anteriores, y como se indicó en el problema de investigación, es necesario evaluar estos proyectos de tipo social, de tal forma que permita unificar todas las variables económicas, sociales y ambientales, permitiendo obtener los verdaderos beneficios que trae consigo el proyecto casa FENIX. La evaluación multicriterio permite seleccionar las variables cualitativas más importantes y evaluar su impacto, a través de la opinión de las familias afectadas o de las autoridades.

## 10.1. Problema

### 10.1.1. Definición

Según lo investigado en los capítulos anteriores, es evidente que en Chile los desastres naturales o provocados por el hombre son frecuentes y afectan a las personas más vulnerables y pobres del país. Sin embargo, al momento de ayudar a las familias se hace de manera improvisada sin seguir

algún protocolo de emergencia que permita dar una respuesta de calidad a estos eventos. Por el contrario, cuando una familia pierde su hogar para vivir, se les otorga una vivienda de emergencia transitoria, la cual simplemente es una solución a corto plazo, barata e improvisada, en donde fácilmente una familia puede superar la cantidad de años estipulada para vivir en ella. El problema radica en que a pesar de los esfuerzos, realizando estudios y análisis sobre la materia, siguen existiendo deficiencias en otorgar refugios transitorios que sean realmente una solución apropiada para aquellas familias afectadas física y psicológicamente.

### 10.1.2. Causas

#### **Baja resistencia a malas condiciones climáticas**

A pesar de que actualmente la [ONEMI \(2015\)](#) exige un mínimo de aislación térmica en la envolvente de la vivienda de emergencia, estas siguen siendo deficientes en cuanto a la resistencia que poseen a las condiciones climáticas. Por ejemplo, poseen una pésima aislación de humedad y contaminación acústica, lo que provoca un pésimo ambiente para las familias.

#### **¿Solución transitoria?**

Según lo estipulado por un estudio del [Ministerio de Obras Publicas \(2014\)](#), la vivienda de emergencia debe estar diseñada para albergar a las familias entre 4 meses a 2 años. Sin embargo, los últimos eventos de emergencia que han azotado al país nos indican que este intervalo de tiempo no se cumple. Por ejemplo, según los reportes estadísticos de reconstrucción del MINVU, a casi 3 años del gran incendio de Valparaíso, solo un 53 % de los subsidios asignados han sido ejecutados, un 41 % están en ejecución y un 6 % aún están sin inicio de obras, es decir, un 47 % de las familias afectadas sigue viviendo en viviendas de emergencia.

### 10.1.3. Efectos

#### **Aumento del déficit habitacional cuantitativo y cualitativo**

Cuando una familia pierde su hogar producto de un desastre y se les otorga una vivienda de emergencia, que en algunos casos no incluye ni si quiera instalaciones sanitarias, el déficit habitacional cuantitativo aumenta, y por supuesto, el déficit cualitativo también, puesto que las familias dejan de poseer acceso a servicios básicos ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

### **Surgimiento de enfermedades**

En una tragedia los que más sufren son los niños y ancianos, debido a que cuando se entrega una solución habitacional transitoria de baja calidad, se crea un ambiente propicio para el surgimiento de enfermedades respiratorias ([Ministerio de Obras Publicas, 2014](#)).

### **Pérdida de bienestar en las familias**

El hecho que de un día para el otro una familia pierda su hogar y pase a vivir en una vivienda de emergencia, provoca un cambio profundo en su forma de actuar, en donde muchas veces baja la autoestima de cada integrante del grupo familiar ([Gutiérrez, 2017](#)).

#### **10.1.4. Posibles soluciones**

Para poder atacar el problema, se pueden implementar distintas soluciones, dentro de las cuales destacan:

- Implementar un sistema de vivienda de emergencia modular y progresiva, que permita a las familias vivir en su nuevo hogar de forma definitiva y no transitoria.
- Mejorar la calidad de las soluciones habitacionales, aumentando su confort térmico, acústico y resistencia a la humedad.

## **10.2. Actores involucrados**

Para poder proseguir con la evaluación del problema, se deben definir dos tipos de actores involucrados en la formulación y posterior toma de decisión. Por una parte se encuentran los actores que elaboran y modelan el problema, definiendo variables que permitan construir un modelo según el método AHP. En este caso los agentes encargados de esta misión son académicos del área de gestión energética y políticas públicas de la Universidad Técnica Federico Santa María, compuestos por la Doctora María Pilar Garate, encargada del área de eficiencia energética, y por Rodrigo Castillo, alumno egresado e investigador de la tesis “análisis y evaluación de beneficios sociales de la casa FENIX”. También, participan de forma activa académicos del área de Arquitectura de la Universidad, quienes son los creadores del proyecto casa FENIX.

Por último, la profesora del departamento de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María y además Directora Alternativa del proyecto casa FENIX, Nina Hormazabal, será el agente

decidor, dado su gran conocimiento en la materia.

### 10.3. Selección de alternativas

Antes de formular y modelar el problema, se debe definir claramente cuáles son las alternativas que solucionan dicho problema. Como se detalló ampliamente en los capítulos anteriores, el proyecto casa FENIX es la única alternativa a evaluar, con el fin de verificar su viabilidad en comparación con la actual solución habitacional que utilizan en el estado de Chile.

#### 10.3.1. Alternativa 0: solución habitacional actual

Luego de ocurrida una catástrofe, una de las misiones del Estado de Chile es ir en ayuda de las familias más vulnerables y pobres del país que hayan perdido su vivienda. Por medio de distintos catastros estiman la cantidad de personas afectadas y de forma provisoria entregan una vivienda de emergencia de  $18\text{ m}^2$  o  $24\text{ m}^2$ , dependiendo de la cantidad de personas que se compone el grupo familiar. Pasada la etapa de emergencia, viene la fase de reconstrucción, en donde se deben asignar los distintos tipos de subsidios habitacionales a las familias afectadas, con el fin de otorgarles un hogar definitivo de aproximadamente  $63\text{ m}^2$ .

#### 10.3.2. Alternativa 1: casa FENIX

Entendiendo que el proceso de entregar una solución habitacional definitiva a una familia afectada por una catástrofe debe ser de forma eficiente y oportuna, el proyecto casa FENIX propone un cambio en la forma de actuar frente a la emergencia, tratando de unificar las fases de entrega de viviendas en una sola. A diferencia de la solución habitacional actual, el proyecto casa FENIX propone entregar una vivienda modular, progresiva y flexible a las familias que hayan perdido su hogar. Es decir, en primer lugar responder con un refugio de supervivencia que no demora más de 3 días en construirse, para luego ir agregando más módulos sobre la misma construcción, con el propósito de transformar ese refugio en una vivienda definitiva, que además posee la capacidad de adaptarse a cualquier latitud y clima de nuestro país.

## 10.4. Modelamiento jerárquico

### 10.4.1. Foco del problema

Mejorar la calidad de las actuales viviendas de emergencia entregadas en situaciones de catástrofes, por medio de la implementación de un proyecto que permita satisfacer la necesidad de contar con habitabilidad digna y considerando una visión de largo plazo, con el fin de reducir el déficit habitacional y mejorar la calidad de vida de familias vulnerables y de bajos recursos económicos, que ya están afectadas física y psicológicamente.

### 10.4.2. Identificación de criterios y subcriterios

Para poder identificar los criterios y subcriterios, hay que considerar las características de las familias que son parte del foco del problema. En este sentido, como primer criterio se propone el social, puesto que este engloba conceptos muy importantes y variables críticas, considerando que las familias afectadas por un desastre son prioridad nacional para el Estado de Chile. Como segundo criterio se optó por el de Salud y Medio ambiente, principalmente porque este considera temas de salud pública y de impacto ambiental en donde el foco del problema tiene incidencia directa. Finalmente, se opta por un tercer y último criterio llamado Confort vivienda, dado que se busca cuantificar variables que tengan una relación directa con la calidad de la solución habitacional otorgada.

#### Social

El criterio social busca cuantificar el impacto de cada alternativa sobre diferentes variables que afectan a las familias. Por un lado, permite verificar el grado de aceptación de la solución habitacional otorgada, y por otro lado, refleja en qué nivel las personas pueden volver a vivir una vida normal luego de la tragedia. Se optó por 3 subcriterios sociales, cuyos nombres, definiciones y escalas se exponen a continuación:

- **Calidad de vida:** Mide y describe de forma cualitativa el impacto de la alternativa sobre la calidad de vida de las familias, en relación a las condiciones de habitabilidad y participación activa del grupo familiar en el diseño del nuevo hogar.

| Escala | Definición                                                                             |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | La alternativa ayuda en un muy bajo grado a mejorar la calidad de vida de las familias |
| 2      | La alternativa ayuda en un bajo grado a mejorar la calidad de vida de las familias     |
| 3      | La alternativa ayuda en un grado medio a mejorar la calidad de vida de las familias    |
| 4      | La alternativa ayuda en un alto grado a mejorar la calidad de vida de las familias     |
| 5      | La alternativa ayuda en un muy alto grado a mejorar la calidad de vida de las familias |

- **Vulnerabilidad:** Mide y describe de forma cualitativa si la alternativa evaluada puede contribuir a disminuir los índices de vulnerabilidad, considerando que las familias afectadas quedan expuestas y son altamente vulnerables luego de la tragedia.

| Escala | Definición                                                                 |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1      | La medida disminuye en un muy bajo nivel la vulnerabilidad de las familias |
| 2      | La medida disminuye en un bajo nivel la vulnerabilidad de las familias     |
| 3      | La medida disminuye en un nivel medio la vulnerabilidad de las familias    |
| 4      | La medida disminuye en un alto nivel la vulnerabilidad de las familias     |
| 5      | La medida disminuye en un muy alto nivel la vulnerabilidad de las familias |

- **Reintegración:** Mide y describe cualitativamente como la alternativa evaluada es capaz de reintegrar nuevamente a las familias a la sociedad, tomando en cuenta que las personas afectadas deben retomar sus actividades normales diarias y superar el trauma vivido.

| Escala | Definición                                                      |
|--------|-----------------------------------------------------------------|
| 1      | La alternativa permite reintegrar muy lentamente a las familias |
| 2      | La alternativa permite reintegrar lentamente a las familias     |
| 3      | La alternativa permite reintegrar normalmente a las familias    |
| 4      | La alternativa permite reintegrar velozmente a las familias     |
| 5      | La alternativa permite reintegrar muy velozmente a las familias |

### Salud y Medio ambiente

Este criterio permite medir el impacto de la alternativa en dos temas que son consecuencia directa de la alternativa escogida. Como ya se ha explicado con mucho énfasis, la solución habitacional otorgada a las familias repercutirá directamente en el estado de salud de las personas del

grupo familiar y también en el impacto en el medio ambiente, por medio del uso eficiente de los recursos. A continuación se nombran y definen los 4 subcriterios seleccionados:

- **Enfermedades:** Mide y describe cuantitativamente el impacto de la alternativa en la cantidad de enfermedades dentro del grupo familiar provocadas por las condiciones de habitabilidad de la vivienda.

| Escala | Definición                                                                       |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | La medida aumenta considerablemente las enfermedades dentro del grupo familiar   |
| 2      | La medida aumenta levemente las enfermedades dentro del grupo familiar           |
| 3      | La medida no impacta en la cantidad de enfermedades dentro del grupo familiar    |
| 4      | La medida disminuye levemente las enfermedades dentro del grupo familiar         |
| 5      | La medida disminuye considerablemente las enfermedades dentro del grupo familiar |

- **Gestión salud:** Mide y describe de cuantitativamente en que grado la alternativa impacta sobre la gestión de la salud pública, tomando en cuenta que la disminución de enfermedades provocadas por la mejora en la calidad de la vivienda, implica mejores tiempos de atención y gestión en los centros médicos.

| Escala | Definición                                                                |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1      | La alternativa incide muy negativamente en la gestión de la salud pública |
| 2      | La alternativa incide negativamente en la gestión de la salud pública     |
| 3      | La alternativa no tiene incidencia sobre la gestión de la salud pública   |
| 4      | La alternativa incide positivamente en la gestión de la salud pública     |
| 5      | La alternativa incide muy positivamente en la gestión de la salud pública |

- **Eficiencia:** Mide y describe de forma cualitativa como la alternativa es capaz de utilizar eficientemente los recursos, considerando cantidad de desechos y energía utilizada en el proceso de reconstrucción.

| Escala | Definición                                             |
|--------|--------------------------------------------------------|
| 1      | La alternativa optimiza muy levemente los recursos     |
| 2      | La alternativa optimiza levemente los recursos         |
| 3      | La alternativa optimiza de forma normal los recursos   |
| 4      | La alternativa optimiza considerablemente los recursos |
| 5      | La alternativa optimiza eficientemente los recursos    |

### Confort vivienda

Las alternativas evaluadas se deben medir de acuerdo a la calidad de la solución habitacional otorgada. De esta forma se definen 3 subcriterios que permiten cuantificar cualitativamente que niveles de confort se otorga a las familias, a partir de las mejoras en la envolvente del hogar.

- **Térmico:** Mide y describe de forma cualitativa la capacidad térmica de la alternativa, considerando la resistencia a las distintas condiciones climáticas de invierno y verano (altas y bajas temperaturas y humedad).

| Escala | Definición                                               |
|--------|----------------------------------------------------------|
| 1      | La alternativa posee una capacidad térmica deficiente    |
| 2      | La alternativa posee una capacidad térmica leve          |
| 3      | La alternativa posee una capacidad térmica normal        |
| 4      | La alternativa posee una gran capacidad térmica          |
| 5      | La alternativa posee una capacidad térmica sobresaliente |

- **Acústico:** Mide y describe cualitativamente el grado de contaminación acústica que presenta cada alternativa.

| Escala | Definición                                                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------|
| 1      | La alternativa genera un nivel muy alto de contaminación acústica |
| 2      | La alternativa genera un nivel alto de contaminación acústica     |
| 3      | La alternativa genera un nivel normal de contaminación acústica   |
| 4      | La alternativa genera un nivel bajo de contaminación acústica     |
| 5      | La alternativa genera un nivel muy bajo de contaminación acústica |

- **Seguridad:** Mide y describe de forma cualitativa que nivel de seguridad brinda la alternativa evaluada frente a lluvias, sismos y fuego.

| Escala | Definición                                           |
|--------|------------------------------------------------------|
| 1      | La alternativa brinda un nivel muy bajo de seguridad |
| 2      | La alternativa brinda un nivel bajo de seguridad     |
| 3      | La alternativa brinda un nivel medio de seguridad    |
| 4      | La alternativa brinda un nivel alto de seguridad     |
| 5      | La alternativa brinda un nivel muy alto de seguridad |

### 10.4.3. Árbol jerárquico

Considerando el foco del problema, los criterios y subcriterios, es posible confeccionar el árbol jerárquico (imagen 10.1 que permite observar el problema de forma global y dar una idea a priori de la ponderación que debería tener cada uno, dado que los siguientes puntos se enfocarán en esta tarea.

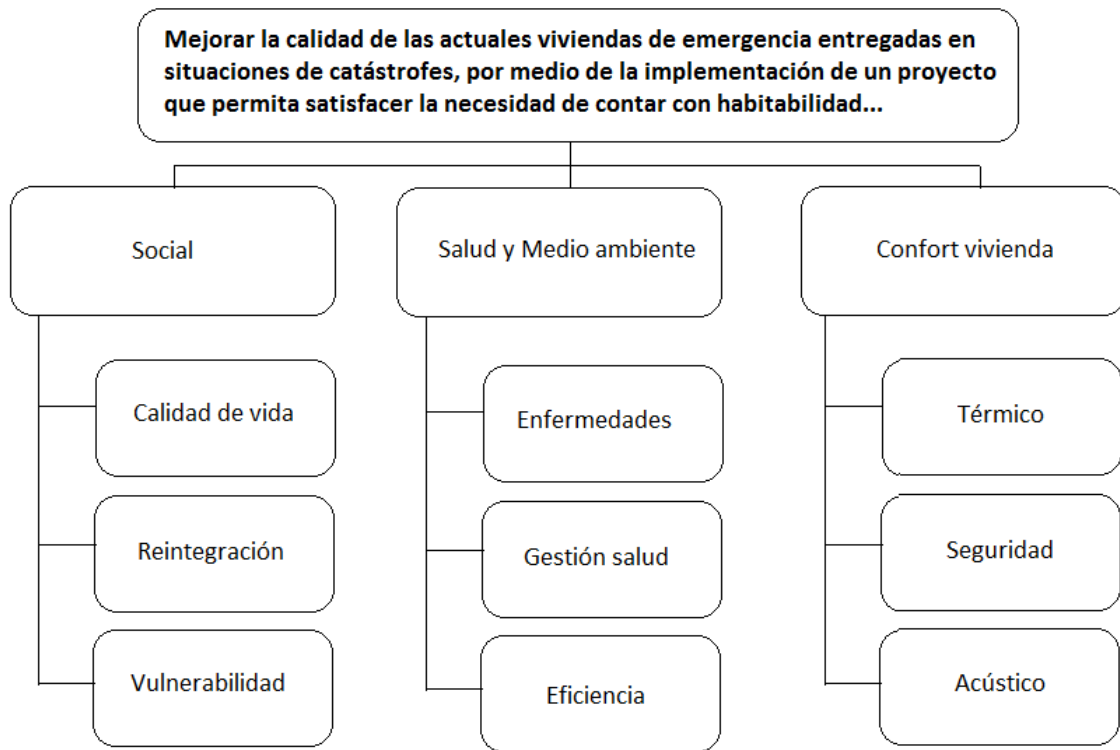


**Figura 10.1:** Árbol jerárquico evaluación multicriterio sobre la solución habitacional de emergencia

Fuente: Elaboración propia

## 10.5. Determinación de ponderadores

Para lograr ponderar cada indicador, el grupo experto debe determinar la importancia relativa de cada criterio sobre el otro, es decir, debe responder a la pregunta ¿Cuánto más importantes es el criterio i frente al criterio j? A partir de las respuestas, se construyeron las distintas matrices de prioridades expuestas en los siguientes puntos.

**Tabla 10.2:** Peso relativo criterios generales

| Criterio               | Peso relativo (%) |
|------------------------|-------------------|
| Social                 | 54                |
| Salud y Medio ambiente | 29,7              |
| Confort vivienda       | 16,3              |

Fuente: Elaboración propia

### 10.5.1. Ponderadores generales

Luego de las opiniones de cada integrante del grupo experto, a partir de la tabla 10.1 se identifica que el criterio social es el indicador más importante de los 3 criterios generales, puesto que las familias involucradas en el foco del problema son prioridad para Estado de Chile y proyecta las principales problemáticas sociales que se deben suprimir. De esta forma, el criterio social posee el doble de importancia que el criterio salud y medio ambiente, y triple de importancia que el criterio confort vivienda. Finalmente, se define que el criterio salud y medio ambiente es el doble de importante que el indicador confort vivienda, dado que las actuales políticas nacionales apuntan a mejorar la salud pública y proteger el medio ambiente.

**Tabla 10.1:** Matriz de prioridades criterios generales

| Criterios generales    | Social | Salud y Medio ambiente | Confort vivienda |
|------------------------|--------|------------------------|------------------|
| Social                 | 1      | 2                      | 3                |
| Salud y Medio ambiente | 0,5    | 1                      | 2                |
| Confort vivienda       | 0,33   | 0,5                    | 1                |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la matriz de prioridades de los criterios generales, y el uso del software xpert Choice, es posible determinar el peso relativo de cada criterio general. Además, el mismo software, mediante un análisis de consistencia lógica, indica que el índice consistencia y relación de consistencia (RC) es igual a 0,008, el cual al ser menor a 0,1 asegura un buen razonamiento en el análisis de prioridades. Los pesos relativos de cada criterio general se exponen en la tabla 10.2.

### 10.5.2. Ponderadores subcriterios

#### Social

Considerando la relevancia de los 3 subcriterios sociales, se consideró que los subcriterios calidad de vida y reintegración tienen igual importancia, ya que se busca evaluar cada alternativa de acuerdo a la capacidad que poseen para mejorar estos aspectos en las familias, principalmente. Por

otra parte, la calidad de vida y reintegración poseen el doble de relevancia sobre la vulnerabilidad. Lo anterior se resume en la tabla 10.3.

**Tabla 10.3:** Matriz de prioridades subcriterios sociales

| Subcriterios sociales | Calidad de vida | Reintegración | Vulnerabilidad |
|-----------------------|-----------------|---------------|----------------|
| Calidad de vida       | 1               | 1             | 2              |
| Reintegración         | 1               | 1             | 2              |
| Vulnerabilidad        | 0,5             | 0,5           | 1              |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la matriz de prioridades de los subcriterios sociales, y el uso del software xpert Choice, se construye la tabla que indica la importancia relativa de cada indicador, expuesto en la tabla 10.4. Además, el mismo software que el RC es igual a 0, el cual al ser menor a 0,1 asegura un buen razonamiento en el análisis de prioridades.

**Tabla 10.4:** Peso relativo subcriterios sociales

| Criterio        | Peso relativo (%) |
|-----------------|-------------------|
| Calidad de vida | 40                |
| Reintegración   | 40                |
| Vulnerabilidad  | 20                |

Fuente: Elaboración propia

## Salud y Medio ambiente

En cuanto a los subcriterios del indicador salud y medio ambiente, el grupo experto considera que el subcriterio enfermedades es el que posee mayor relevancia, puesto que, como se demostró en la evaluación socioeconómica, la cantidad de enfermedades respiratorias tiene directa relación con la condiciones de habitabilidad del hogar, por lo tanto es suma importancia fortalecer este indicador en comparación con los otros dos. De esta forma, el subcriterio enfermedades posee el doble de importancia sobre la gestión salud y el triple de importancia sobre la eficiencia. Además, se determinó que gestión salud debe poseer el doble de importancia en comparación con la eficiencia (ver tabla 10.5).

**Tabla 10.5:** Matriz de prioridades subcriterios salud y medio ambiente

| Subcriterios  | Enfermedades | Gestión salud | Eficiencia |
|---------------|--------------|---------------|------------|
| Enfermedades  | 1            | 2             | 3          |
| Gestión salud | 0,5          | 1             | 2          |
| Eficiencia    | 0,33         | 0,5           | 1          |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la matriz de prioridades de los subcriterios salud y medio ambiente, y el uso del software xpert Choice, se crea la tabla que indica la importancia relativa de cada indicador, resumido en la tabla 10.6. Además, el mismo software indica que el RC es igual a 0,008, el cual al ser menor a 0,1 asegura un buen razonamiento en el análisis de prioridades.

**Tabla 10.6:** Peso relativo subcriterios salud y medio ambiente

| Criterio      | Peso relativo ( %) |
|---------------|--------------------|
| Enfermedades  | 54                 |
| Gestión salud | 29,7               |
| Eficiencia    | 16,3               |

Fuente: Elaboración propia

### Confort vivienda

Ahora bien, considerando los 3 subcriterios del indicador confort vivienda, se construye la tabla 10.8 donde se determinó que el subcriterio de mayor importancia es el térmico, dado que esta variable es fundamental a la hora de dar una respuesta habitacional de calidad para enfrentar diferentes condiciones meteorológicas. Es por esta razón que el subcriterio térmico posee un doble de relevancia sobre el subcriterio seguridad y es cuatro veces más importante que el subcriterio acústico. La seguridad a su vez es tres veces más importante que el indicador acústico, puesto que una de las cosas más importantes para una familia luego de una tragedia es reconstruir una vivienda que le brinde la seguridad que no le dio su anterior hogar.

**Tabla 10.7:** Matriz de prioridades subcriterios confort vivienda

| Subcriterios | Térmico | Seguridad | Acústico |
|--------------|---------|-----------|----------|
| Térmico      | 1       | 2         | 4        |
| Seguridad    | 0,5     | 1         | 3        |
| Acústico     | 0,5     | 0,33      | 1        |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la matriz de prioridades de los subcriterios sociales, y el uso del software xpert Choice, es posible determinar la importancia relativa de cada subcriterio (tabla 10.8). Además, el mismo software indica que el RC es igual a 0,02, el cual al ser menor a 0,1 asegura un buen razonamiento en el análisis de prioridades.

**Tabla 10.8:** Peso relativo subcriterios confort vivienda

| Criterio  | Peso relativo ( %) |
|-----------|--------------------|
| Térmico   | 55,8               |
| Seguridad | 32                 |
| Acústico  | 12,2               |

Fuente: Elaboración propia

### 10.5.3. Ponderadores globales

Con el cálculo de los ponderadores locales de cada criterio y subcriterio ya realizados, se procede a calcular los ponderadores globales para cada subcriterio, es decir, simplemente se multiplica el peso relativo de cada criterio por los pesos relativos de sus respectivos subcriterios. A partir de lo anterior, la tabla 10.9 muestra los pesos relativos globales de cada subcriterio, observándose que los indicadores Calidad de Vida y Reintegración son los más importantes con una ponderación igual a 21,6 %. Por otra parte, el indicador con menor importancia es el subcriterio acústico con un 1,8 % de relevancia.

**Tabla 10.9:** Pesos relativos globales de cada subcriterio

| Subcriterio     | Peso relativo local ( %) | Peso relativo criterio ( %) | Peso relativo global ( %) |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Calidad de vida | 40                       | 54                          | 21,6                      |
| Reintegración   | 40                       | 54                          | 21,6                      |
| Vulnerabilidad  | 20                       | 54                          | 10,8                      |
| Enfermedades    | 54                       | 29,7                        | 16,1                      |
| Gestión salud   | 29,7                     | 29,7                        | 8,8                       |
| Eficiencia      | 16,3                     | 29,7                        | 4,8                       |
| Térmico         | 55,8                     | 16,3                        | 9,1                       |
| Seguridad       | 32                       | 16,3                        | 5,2                       |
| Acústico        | 12,2                     | 16,3                        | 2                         |

Fuente: Elaboración propia

## 10.6. Evaluación de alternativas

### 10.6.1. Ingreso de juicios por alternativa

Obtenidos los pesos relativos globales de cada indicador, Nina Hormazabal, agente decidor del problema, procede a calificar cada alternativa según los distintos criterios y escalas propuestas. Las siguientes tablas 10.10, 10.11 y 10.12 muestran la evaluación realizada con las respectivas notas de cada subcriterio.

**Tabla 10.10:** Evaluación subcriterios sociales por alternativa

| Subcriterio     | Alternativa 0 | Alternativa 1 |
|-----------------|---------------|---------------|
| Calidad de vida | 1             | 4             |
| Reintegración   | 3             | 4             |
| Vulnerabilidad  | 1             | 5             |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.11:** Evaluación subcriterios salud y medio ambiente por alternativa

| Subcriterio   | Alternativa 0 | Alternativa 1 |
|---------------|---------------|---------------|
| Enfermedades  | 2             | 5             |
| Gestión salud | 2             | 5             |
| Eficiencia    | 1             | 5             |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.12:** Evaluación subcriterios confort vivienda por alternativa

| Subcriterio | Alternativa 0 | Alternativa 1 |
|-------------|---------------|---------------|
| Térmico     | 1             | 4             |
| Seguridad   | 1             | 4             |
| Acústico    | 1             | 5             |

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, tomando en cuenta las calificaciones de cada alternativa y los pesos relativos globales de cada subcriterio, es posible obtener la nota final para la alternativa 0, la cual contiene a la solución habitacional actual, y para la alternativa 1, que incluye el proyecto casa FENIX. De esta forma, y según lo que se indica en la tabla 10.13, la alternativa 0 posee una calificación final ponderada igual a 1,681 y la alternativa 1 posee una nota final equivalente a 4,425.

**Tabla 10.13:** Calificación final de cada alternativa

| Subcriterio     | Peso relativo global (%) | Calificación alternativa 0 | Calificación alternativa 1 |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Calidad de vida | 21,6                     | 1                          | 4                          |
| Reintegración   | 21,6                     | 3                          | 4                          |
| Vulnerabilidad  | 10,8                     | 1                          | 5                          |
| Enfermedades    | 16,1                     | 2                          | 5                          |
| Gestión salud   | 8,8                      | 2                          | 5                          |
| Eficiencia      | 4,8                      | 1                          | 5                          |
| Térmico         | 9,1                      | 1                          | 4                          |
| Seguridad       | 5,2                      | 1                          | 4                          |
| Acústico        | 2                        | 1                          | 5                          |
| Total           | 100 %                    | 1,681                      | 4,425                      |

Fuente: Elaboración propia

### 10.6.2. Indicadores

Antes de calcular los indicadores que permitan decidir por una de las alternativas, se debe considerar los costos de inversión de estas. Como se mencionó en el capítulo 9, los costos asociados a la alternativa 0 provienen de la entrega de una vivienda de emergencia y una vivienda definitiva subsidiada a las familias afectadas. Por otra parte, la inversión que se debe realizar en la alternativa 1 está asociada al costo total del proyecto casa FENIX, sin considerar las inversiones en paneles solares, puesto que el foco del problema no trata de promover el uso de energías renovables, si no mejorar la calidad de las viviendas con el objetivo de devolver una vida digna a las familias. Tomando en cuenta lo anterior, en la tabla 10.14 se muestran los valores de dichas inversiones.

**Tabla 10.14:** Inversiones asociadas a cada alternativa

|                              | Alternativa 0 | Alternativa 1 |
|------------------------------|---------------|---------------|
| Inversión de emergencia (UF) | 139           | 275           |
| Inversion definitiva (UF)    | 563           | 523           |
| Total (UF)                   | 702           | 798           |

Fuente: Elaboración propia

Una vez detallados las inversiones a realizar en cada una de las alternativas, y considerando las calificaciones obtenidas a partir del modelo multicriterio, se está en condiciones de proceder a calcular el Índice de Selección de alternativas de Proyectos (ISAP). Finalmente, en la tabla 10.15 se muestra el ISAP de cada alternativa, observándose que la alternativa 1 es la mejor opción con un valor ISAP igual a 180 UF.

**Tabla 10.15:** ISAP asociado a cada alternativa

|              | Alternativa 0 | Alternativa 1 |
|--------------|---------------|---------------|
| Inversión    | 702           | 798           |
| Calificación | 1,681         | 4,425         |
| ISAP         | 417,61        | 180,34        |

Fuente: Elaboración propia

# 11 | Conclusiones y recomendaciones

## 11.1. Conclusiones

Chile a lo largo de su historia ha sido azotado por una gran cantidad de catástrofes naturales o provocadas por el ser humano, cuyas magnitudes en ocasiones han sido devastadoras, destruyendo ciudades y pueblos enteros. Como es de esperarse, las familias de niveles socioeconómicos más bajos son las más afectadas con estas situaciones, quienes por lo general pierden sus viviendas, quedando expuestas y vulnerables sin protección alguna. Es así como el Estado de Chile junto con las municipalidades y entidades privadas se encargan de ir en ayuda de dichas familias, otorgándoles un refugio transitorio llamada vivienda de emergencia o mediagua. Sin embargo, ¿Es realmente transitorio? Según lo indican algunas investigaciones, la vivienda de emergencia debe estar diseñada para albergar a la familia entre 4 meses a 2 años, pero como se demostró en la investigación, a 2 años y 10 meses de ocurrido el gran incendio de Valparaíso y el terremoto del Norte, solo un 35,7 % de las familias que tienen subsidio vigente de construcción o adquisición de vivienda han recibido su hogar definitivo y el restante 64,3 % aún está a la espera de su vivienda definitiva, es decir, exactamente 4.061 familias aún siguen habitando en viviendas de emergencia, superando ampliamente el tiempo que realmente deberían vivir en ella.

Por otra parte, luego del terremoto del año 2010, la calidad de las viviendas de emergencias se vio cuestionada, dado que poseía deficiencias en aislación, acceso a servicios básicos y dimensiones espaciales. En este sentido, las autoridades introdujeron mejoras, incluyendo kit sanitarios, exigencias mínimas en cuanto a la transmitancia térmica de la envolvente y aumento de la cantidad de metros cuadrados construidos. Sin embargo, la investigación nos muestra que luego del incendio de Valparaíso del año 2014, las viviendas de emergencia no soportaron las condiciones climáticas de invierno y a pesar de poseer aislaciones térmicas de acuerdo a la norma chilena, no pudieron soportar el aumento de la humedad en el ambiente, generando condiciones propicias para

el surgimiento de enfermedades que afectaron mayoritariamente a niños y ancianos.

A partir de las dos conclusiones anteriores, existe la necesidad de proponer nuevas soluciones habitacionales de emergencia que realmente den una habitabilidad digna a las familias. En este sentido, nace el proyecto casa FENIX, una propuesta de vivienda modular, flexible y progresiva que responde desde el inicio de la emergencia como un refugio para luego convertirse en un hogar definitivo en base a la misma construcción. Este diseño de vivienda propone 4 módulos diferentes: módulo de supervivencia (respuesta rápida para dar un refugio a las familias), módulo mecánico (baño y cocina), módulo expansión (habitaciones) y galería solar (Motor climático pasivo). Si se compara esta solución de emergencia con la actual que utiliza el gobierno de Chile, la vivienda de emergencia es la suma del módulo de supervivencia más el módulo mecánico y la vivienda definitiva es la suma de los cuatro módulos mencionados. Actualmente, luego del incendio de Valparaíso se vio la oportunidad de poner en marcha el proyecto casa FENIX con la familia Huerta-Carvajal, quienes habían perdido su hogar. Gracias al subsidio de construcción y donaciones de privados, se logró construir una vivienda de  $92,75 \text{ m}^2$  con un costo total de 950 UF.

Al realizar la evaluación socioeconómica al proyecto casa FENIX, este arrojó un VAN social negativo, indicando a priori que el proyecto no es viable. Sin embargo, se optó por hacer un análisis de sensibilidad modificando la variable cantidad de metros cuadrados construidos, puesto que la vivienda definitiva de referencia posee 29,77 metros cuadrados menos que la casa FENIX. De esta forma, la casa FENIX entrega señales de viabilidad cuando se construyen menos de 80 metros cuadrados (ver tabla 11.1), por lo que se puede concluir que, con las inversiones realizadas en cada alternativa, es posible dar un hogar para vivir a las familias damnificadas con 30 metros cuadrados adicionales a lo que se entrega actualmente, invirtiendo en un principio 238 UF de emergencia y luego 452 UF adicionales para dar una solución habitacional definitiva.

**Tabla 11.1:** Análisis de sensibilidad proyecto casa FENIX

| $m^2$ construidos | VAN social | TIR     | PayBack |
|-------------------|------------|---------|---------|
| 92,52             | -57,56     | -       | -       |
| 90                | -44,18     | -       | -       |
| 85                | -18,13     | -       | -       |
| 80                | 9,13       | 7,5 %   | 14      |
| 75                | 37,58      | 12,9 %  | 5       |
| 70                | 105,15     | 26,6 %  | 5       |
| 65                | 129,59     | 32,3 %  | 5       |
| 60                | 159,57     | 35,5 %  | 5       |
| 55                | 190,35     | 39,27 % | 5       |
| 50                | 220,75     | 42,65 % | 5       |

Fuente: Elaboración propia

Dada la situación anterior, que no contempla beneficios sociales no cuantificables, se decidió el método multicriterio para incorporar estos beneficios al análisis. En este sentido, se establecieron 3 criterios generales: Social, Salud y medio ambiente y Confort térmico, de los cuales a su vez se desprenden 9 subcriterios. A partir de las ponderaciones de cada criterio y subcriterio que determinó el grupo experto, se puede observar que los indicadores más relevantes son calidad de vida y reintegración con un peso relativo igual a 21,6 % para cada uno. De esta forma, el modelo representa fielmente las dos principales características que debería tener una solución habitacional de emergencia.

Una vez formulado el modelo multicriterio las alternativas 0 y 1, correspondientes a la solución habitacional actual de emergencia y el proyecto casa FENIX respectivamente, fueron evaluadas concluyendo que la alternativa 1, es decir, el proyecto casa FENIX es el más conveniente con un ISAP igual a 180,34 UF (ver tabla 11.2) .

**Tabla 11.2:** ISAP asociado a cada alternativa

|              | Alternativa 0 | Alternativa 1 |
|--------------|---------------|---------------|
| Inversión    | 702           | 798           |
| Calificación | 1,681         | 4,425         |
| ISAP         | 417,61        | 180,34        |

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda modificar la actual solución habitacional de emergencia otorgada en situaciones de catástrofes en Chile. Luego de realizar la investigación queda claro que la vivienda de emergencia aunque sea una opción de menor costo, en el largo plazo afecta muy negativamente a las familias en cuanto a calidad de vida y reintegración. Es un

hecho que un gran número de familias esperan por más de 5 años en una vivienda de emergencia la solución habitacional definitiva. Hay que considerar que dichas familias han perdido sus hogares que construyeron a lo largo de su vida y por ende el estado emocional es delicado en situaciones como esta. En contraste a la situación anterior, la casa FENIX permite a las familias volver a un “estado normal” desde el primer momento, les da un lugar digno para vivir y lo más importante, seguro y resistente a las situaciones climáticas de cualquier lugar del país.

En cuanto a los paneles solares utilizados en la casa FENIX, estos fueron evaluados de forma individual, puesto que promueven el uso de energías renovables, lo cual es una de las metas que se propuso Chile para los próximos años. La evaluación económica de dichos paneles arrojó un VAN social positivo igual a 21,65 UF, junto con una TIR equivalente a 8 % y Payback igual a 16 años, por lo que se puede concluir que este proyecto es viable para las familias.

Finalmente, los resultados demuestran que la casa FENIX genera beneficios en muchos ámbitos para las familias. En este sentido, la elección de esta alternativa está fundamentada principalmente por la mejora evidente en la calidad de vida y velocidad de reintegración de las familias a sus vidas normales. Además, como indica Nina Ormazábal, directora del proyecto, “la Casa FENIX se hizo a través de diseño participativo, lo cual permite que los ocupantes de la vivienda participen y se involucren, como usuarios en el proceso de diseño, indudablemente guiados por los arquitectos del equipo FENIX, llegando a un diseño acordado a la medida de la familia, con el objeto también de demostrar que la calidad y dimensiones espaciales pueden lograrse con un subsidio habitacional”.

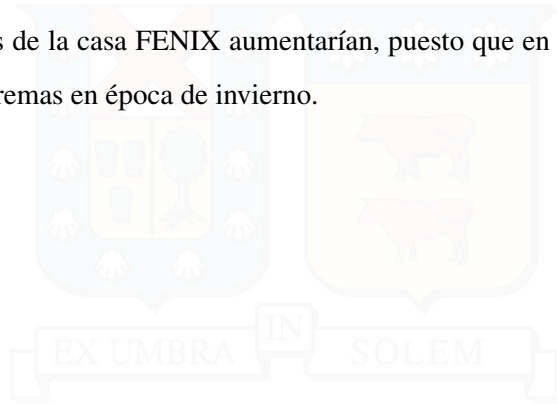
## 11.2. Recomendaciones

Finalmente, es necesario realizar algunas recomendaciones que se deben considerar en las próximas investigaciones:

- Para futuras investigaciones se recomienda trabajar con datos obtenidos directamente de las viviendas en estudio, como por ejemplo, recopilar datos con las familias afectadas, con el fin de evitar posibles sesgos en los resultados.
- Hay que considerar que se está comparando una vivienda definitiva de 50 m<sup>2</sup> con una casa FENIX de 92,52 m<sup>2</sup>, existiendo una diferencia de 42,52 m<sup>2</sup> construidos. Esto afecta directamente a los resultados obtenidos, puesto que no se están evaluando dos proyectos similares.
- En las próximas investigaciones se recomienda considerar economías de escalas, ya que el

costo de producir varias unidades de casas FENIX es menor a costo de producir una sola casa FENIX.

- La posición geográfica de la casa FENIX incide directamente en el cálculo de los beneficios. A modo de ejemplo, si la catástrofe ocurriera en el sur de nuestro país, probablemente los beneficios sociales de la casa FENIX aumentarían, puesto que en esta zona las condiciones climáticas son extremas en época de invierno.



# Bibliografía

- 24horas (2014). DAMNIFICADOS DE VALPARAÍSO PROTEGEN SUS CASAS DE LA LLUVIA. Accedido el 20 ene 2017. <<http://www.24horas.cl/nacional/damnificados-de-valparaiso-protegen-sus-casas-de-la-lluvia-1261894>>. 9.5
- Baranlloni & Candia Constructores (2017). Casa FENIX 2 Accedido el 20 ene 2017. <[http://byconstructores.cl/images/FENIX-2\\_ByC\\_press.pdf](http://byconstructores.cl/images/FENIX-2_ByC_press.pdf)>. 7.2.1, 7.5, 7.6
- Brain, Isabel y Mora, Pia (2012). *Emergencia y reconstrucción*. 4.1, 4.2, 1, 2, 3, 4, 4.2
- Bustamante, Waldo (2009). Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1, 203. 5.1.1
- Calderón, Manuel A (2013). Prefabricación y Vivienda de Emergencia. Estudio Comparativo de Sistemas Constructivos Industrializados Utilizados en Viviendas Temporales Post-Desastre. Caso Haití (2010). (2010). 4.2.1
- Casa Fenix (2016). Casa Fenix. Accedido el 20 dic 2016. <<http://casafenix.cl/design/>>. 2, 6.1, 6.2, 6.3, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.2, 9.2.2
- Cerda, Tamara y Vera, Ximena (2008). Indicadores Sociales y Marcos Conceptuales para la Medición Social. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 4.3.1
- Chilquinta (2017). Valores tarifa Accedido el 20 ene 2017. <<http://www.chilquinta.cl/mi-hogar/hogar/seccion/21/valor-tarifa.html>>. 9.2.2
- Comerio, Mary C (2013). Recuperación de viviendas en Chile: Una revisión cualitativa a mitad del programa. (February), 1–47. 2
- CONAF (2016). OBJETIVO RESPECTO A LOS INCENDIOS FORESTALES Regiones IV a XII. 2
- Corporacion de Desarrollo Tecnológico (2010). Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de la Conservación de la Energía en el Sector Residencial. (pp. 404). 8.1
- de lecciones aprendidas, Centro (2014). Lecciones aprendidas del terremoto y tsunami que afectaron a las ciudades Arica e Iquique el 1 y 2 de abril. 3
- DEIS (2017). Atenciones de urgencia Accedido el 20 ene 2017. <<http://www.deis.cl/estadisticas-atencionesurgencia/>>. 9.3.1, 9.1, 9.2, 9.2, 9.3, 9.4, 9.6
- Diario Chile (2014). PROTESTA; Damnificados Por Incendio En Valparaiso, Protestaron Por Mala Solución Habitacional Del Gobierno De Bachelet. Accedido el

- 20 ene 2017. <<http://www.diariochile.cl/protesta-damnificados-por-incendio-en-valparaiso-protestaron-por-mala-solucion-habi>>. 9.6
- Diario El Mercurio (2014). Valparaíso: Repartirán nylon e impermeabilizantes a damnificados para paliar las lluvias. Accedido el 20 ene 2017. <<http://www.emol.com/noticias/nacional/2014/05/22/661470/tiempo-y-damnificados-en-valparaiso.html>>. 9.4
- Faundez, Juan Eduardo (2016). Diagnóstico Social en Emergencia. (pp. 16). 5.2
- Fondo Nacional de Salud (2017). Beneficiarios de FONASA. Accedido el 20 ene 2017. <<https://www.fonasa.cl/sites/fonasa/beneficiarios>>. 9.5, 9.3.2
- Forttes, Paula (2014). Diagnóstico estado de la reconstrucción terremoto y tsunami 2010. 990. 4.1
- Fundación Un Techo para Chile (2010). Informe Especial Chile Ayuda a Chile. 5.3.1, 5.2, 5.1
- Garay Moena, Marie Rose (2015). Vivienda de emergencia. (pp. 213–221). 4.2.1
- Gobierno de Chile (2015). Plan de reconstrucción Atacama. 5
- Gobierno de Chile (2017). Datos históricos. Accedido el 20 ene 2017. <<http://datos.gob.cl/dataset/2725>>. 9.2, 9.3
- Gutiérrez, Javier; (2017). PLAN INTEGRAL BAJOS DE MENA. 9.3.2, 9.3.3, 9.9, 10.1.3
- Hamilton, Ian; Oreszczyn, Tadj; Summerfield, Alex; Steadman, Phil; Elam, Simon; y Smith, Andrew (2015). Co-benefits of Energy and Buildings Data: The Case For supporting Data Access to Achieve a Sustainable Built Environment. *Procedia Engineering*, 118, 958–968. 2
- Husin, Husrul Nizam; Nawawi, Abdul Hadi; Ismail, Faridah; y Khalil, Natasha (2015). Correlation Analysis of Occupants Satisfaction and Safety Performance Level in Low Cost Housing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 168, 238–248. 4.3.2
- Ihuah, Paulinus Woka; Kakulu, Iyenemi Ibimina; y Eaton, David (2014). A review of Critical Project Management Success Factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 62–71. 2, 4.3.2
- Li, Dezhi; Chen, Hongxia; Man Hui, Eddie Chi; Yang, Hao; y Li, Qiming (2014). A methodology for ex-post assessment of social impacts of an affordable housing project. *Habitat International*, 43(2014), 32–40. 2
- Mandujano, Fernando; Rodríguez, Juan Carlos; Reyes, Sonia E; y Medina, Patricio (2015). La erupción del volcán Chaiten. (pp. 153–178). 1
- Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología General de Preparacion y Evaluacion de Proyectos. *Division de evaluacion social de inversiones*, 1(1), 25. 4.5
- Ministerio de Obras Publicas (2014). Guía práctica para la vivienda de emergencia. 4.1, 4.2, 4.2.1, 4.2.1, 4.2.3, 4.1, 4.4.1, 4.4, 4.4.1, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 5.1.1, 5.3, 5.3.2, 6.2, 6.3, 7.1.1, 9.1, 9.3.1, 10.1.2, 10.1.3
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2007). Guía práctica para calcular requerimientos cuantitativos y cualitativos de vivienda mediante información censal . 5.5

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2014). Instructivo para la evaluación técnica de daños en viviendas post desastres. (pp. 1–20). 5.2
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2016a). Emergencia <[http://www.minvu.cl/opensite\\_20150401161345.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20150401161345.aspx)>. 4.2.2, 4.2, 4.3, 4.2.3, 5.4, 9.1
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2016b). Informe de avance de reconstrucción. 4.2.2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 5.2, 5.1, 5.4, 5.3, 5.4, 5.5
- Ministerio del Interior (2002). Plan Nacional. *Plan Nacional*, (pp. 1–78). 1, 4
- Moore, Trivess (2014). Modelling the through-life costs and benefits of detached zero (net) energy housing in Melbourne, Australia. *Energy and Buildings*, 70, 463–471. 2
- Observatorio Valparaíso (2015). Reconstrucción gran incendio de Valparaíso. 4
- ONEMI (2015). Vivienda de emergencia. Accedido el 20 ene 2017. <<http://www.onemi.gov.cl/viviendas-de-emergencia>>. 4.1, 5.3.2, 7.1.1, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.1.2, 10.1.2
- Pacheco, Juan Francisco y Contreras, Eduardo (2008). *Manual para la evaluación multicriterio para programas y proyectos*. 4.5.2, 4.12, 4.2, 4.13
- Pilkington, Brian; Roach, Richard; y Perkins, James (2011). Relative benefits of technology and occupant behaviour in moving towards a more energy efficient, sustainable housing paradigm. *Energy Policy*, 39(9), 4962–4970. 2
- Plataforma de Arquitectura (2015). Casa FENIX / Equipo UTFSM"28 oct 2015. Plataforma Arquitectura. Accedido el 3 Dic 2016. <<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/776141/casa-fenix-equipo-utfsm>>. 6.4, 6.1, 6.4, 6.2, 6.4
- Ramírez, Álvarez-salamanca; Pablo, D O N Pedro; Carmona, Latorre; Carlos, D O N Juan; Ramírez, León; y Roberto, D O N (2011). INFORME DE LA COMISIÓN ESPECIAL INVESTIGADORA ACERCA DE PROCESOS DE ADQUISICIÓN, LOCALIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ASIGNACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE EMERGENCIA DESTINADAS A IR EN AYUDA DE LOS DAMNIFICADOS POR EL DESASTRE DEL 27 DE FEBRERO DE 2010. 5.3
- Roufechaei, Kamand M.; Abu Bakar, Abu Hassan; y Tabassi, Amin Akhavan (2014). Energy-efficient design for sustainable housing development. *Journal of Cleaner Production*, 65, 380–388. 2
- Sauma, Enzo E. (2012). Políticas de fomento a las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile. *Temas de la Agenda Pública*, 7(52), 1–17. 9.4.2
- Sodagar, Behzad y Starkey, Diane (2016). The monitored performance of four social houses certified to the Code for Sustainable Homes Level 5. *Energy and Buildings*, 110, 245–256. 4.3.2
- Stuardo, Rodrigo (2004). Vivienda Social de Reconstrucción. 2, 4.1, 4.1, 4.2