Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Arquitectura y Construcción

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MODELOS DE VIVIENDAS TEMPORALES DE CONSTRUCCIÓN RÁPIDA EN SITUACIONES POST-DESASTRE EN LA CIUDAD DE MANAGUA"

Trabajo Monográfico para optar por el título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Britney Annette Arteaga Castro
Carnet: 2020-0191U

Br. Fernando Antonio Larios Flores
Carnet: 2020-0575I

Br. Walter Daniel Sánchez Gusmán
Carnet: 2020-0521I

Tutor:

Ing. Karla Lissette Rivera Martínez

20 de marzo del 2026

Managua, Nicaragua

Dedicatoria

Este proyecto es un reflejo de acompañamiento de Dios a quien le agradezco el brindarme sabiduría, fortaleza y perseverancia en cada etapa de mi formación académica.

Doy las gracias a mis padres, Nubia Castro Flores y Jorge Luis Flores, a mi hermana Aleska María Castro, reconociendo su amor, su guía y apoyo constante en cada paso, especialmente por creer en mí en cada momento y en cada situación. Haciendo una pequeña mención a mis mascotas, por siempre tener su compañía en cada noche recibiendo alegría y calma durante todo el proceso.

A mis compañeros de monografía con quienes compartí no solo el desarrollo de esta investigación, sino también el esfuerzo, compromiso y aprendizaje constante, la paciencia y sobre todo el apoyo mutuo en cada proceso,

Y finalmente agradecer a nuestra tutora Karla Rivera por su valiosa orientación, acompañamiento, disposición, también por su compromiso y conocimientos que fueron fundamentales para guiarnos, y darle las gracias por su formación académica y lograr este objetivo.

Este logro marca el cierre de una etapa con la satisfacción del deber cumplido y el inicio de nuevos caminos, desafíos y sobre todo saber que, con dedicación y fe, todo objetivo es posible.

Br. Britney Annette Arteaga Castro

Dedicatoria

Primeramente, agradezco a nuestro Padre Dios, quien nos ha permitido culminar esta etapa de nuestra vida, brindándonos fortaleza, soporte y entendimiento para superar los retos que se nos presentaron, por llevarnos de su mano desde el inicio hasta la culminación de nuestros estudios.

A mis padres, Ana Carolina Flores Maya y Fernando Antonio Larios Borge, por todo su apoyo, consejos y deseos de superación, que con sus enseñanzas me han permitido alcanzar esta meta, inculcándome el valor de la constancia y la dedicación.

A mi tía y madrina Gloria del Carmen Flores Maya por sus consejos y la motivación permanente, los cuales han sido de gran soporte no solo durante este proceso académico, sino también en lo personal y profesional.

A mis compañeros de monografía, quienes durante esta etapa me brindaron su confianza y compromiso, que, con sus deseos de superación constante, fue posible avanzar y permitieron seguir adelante sin importar los obstáculos que se nos presentaban.

Br. Fernando Antonio Larios Flores

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para enfrentar cada desafío a lo largo de este camino académico y personal. Por darme la fortaleza necesaria en los momentos de mayor agotamiento y por permitirme culminar esta etapa con sabiduría y salud.

A mis padres, Fátima Guzmán Ruiz y Walter Sánchez Martínez, quienes han sido mi motor y mi mayor ejemplo de sacrificio. Gracias por sus consejos oportunos y por el apoyo incondicional que hizo posible que hoy pueda llamarme ingeniero. Este título es tan suyo como mío.

A mis compañeros de estudio, con quienes compartí largas jornadas de aprendizaje, esfuerzo y perseverancia. Gracias por confiar en las noches de desvelo, los debates interminables frente a un tablero y los momentos de frustración compartidos que terminaron en grandes aprendizajes.

Finalmente, dedico este logro a las experiencias vividas, tanto los aciertos como los errores que marcaron mis años de formación. Dedico este trabajo a cada desafío técnico, a los proyectos que no salieron a la primera y a las lecciones de resiliencia que moldearon no solo mis conocimientos técnicos, sino mi carácter. Hoy no solo me gradúo con un título, sino con la madurez que solo la ingeniería sabe forjar.

Br. Walter Daniel Sánchez Guzmán

Resumen del tema

La presente monografía titulada “Evaluación comparativa de modelos de viviendas temporales de construcción rápida en situaciones post-desastre en la Ciudad de Managua”, se centra en la comparación de cuatro diseños de modelos de viviendas temporales, creando un modelo y los planos de cada vivienda, diseñados como soluciones habitacionales de respuesta rápida ante eventos naturales adversos.

La monografía se estructura y desglosa en cuatro capítulos que permiten analizar la problemática de las viviendas temporales en situaciones post-desastre. El Capítulo I expone las generalidades del estudio, incluyendo la introducción, antecedentes, justificación y los objetivos que guían la investigación.

El Capítulo II desarrolla el marco teórico, abordando conceptos relacionados con desastres naturales y población vulnerable, viviendas temporales de emergencia, costos y uso del software Revit, así como las normativas y bases necesarias para un posterior análisis técnico y económico de las propuestas.

El Capítulo III presenta el análisis y la interpretación de resultados, partiendo del contexto territorial del municipio de Managua con sus propuestas de ubicación de albergues, seguido por la evaluación de cuatro modelos de viviendas temporales. En este apartado se detallan los costos, tiempos de montaje y características constructivas de cada modelo, culminando en una comparación que identifica sus ventajas y limitaciones.

Finalmente, el Capítulo IV recopila las conclusiones y recomendaciones, orientadas a la selección de soluciones habitacionales temporales viables, eficientes y adaptadas a las condiciones locales en escenarios post-desastre.

INDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES 1
1.1 Introducción 1
1.2 Antecedentes 2
1.3 Justificación 3
1.4 Objetivos 5
1.4.1 Objetivo general 5
1.4.2 Objetivos específicos 5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 6
2.1 Riesgos ante fenómenos naturales 6
2.1.1 Desastres naturales 6
2.1.2 Amenaza y vulnerabilidad 6
2.2 Población vulnerable 6
2.2.1 Familias damnificadas 6
2.2.2 Planes de respuesta a emergencias 7
2.2.3 Gestión de riesgos 7
2.3 Vivienda de emergencia 7
2.3.1 Construcción prefabricada 7
2.3.2 Vivienda temporal 8
2.3.3 Albergue 8
2.3.4 Arquitectura de emergencia 8
2.4 Modelos de vivienda de emergencia 9
2.4.1 Tipo carpa 9
2.4.2 Tipo contenedor 9
2.4.3 Material de madera 10
2.4.4 Material de cartón 10
2.5 Criterios de viviendas de respuesta a emergencia 11
2.5.1 Parámetros de ubicación para refugios temporales 11
2.5.2 Condiciones generales de las instalaciones 12
2.5.3 Condiciones físicas de las instalaciones 12
2.6 Normativas y leyes aplicables 13

2.6.1 Ley creadora del sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres - ley n°. 337 13
2.6.2 Ley especial para el fomento de la construcción de vivienda y de acceso a la vivienda de interés social - ley n°. 677 14
2.7 Revit 14
2.8 Costos 15
2.8.1 Costos directos 15
2.8.2 Costos Indirectos 15
CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 18
3.1 Análisis territorial 18
3.1.1 Contexto geográfico y social de Managua 18
3.1.2 Evaluación de riesgo por distritos 19
3.2 Localización del proyecto 21
3.2.1 Macro localización 21
3.2.2 Micro localización 22
3.3 Amenazas de desastres en el municipio de Managua 22
3.4 Marco institucional 25
3.5 Parámetros para la planificación de viviendas temporales 27
3.5.1 Lineamientos técnicos para el diseño de viviendas temporales 27
3.5.2 Criterios de funcionalidad en viviendas temporales 28
3.6 Modelos de viviendas de emergencia 30
3.6.1 Modelo I: Tipo carpa 30
3.6.2 Modelo II: Tipo contenedor 32
3.6.3 Modelo III: Material de madera 35
3.6.4 Modelo IV: Material de cartón 39
3.7 Implementación de herramientas de Revit 41
3.7.1 Procesos a ejecutar por modelo 42
3.7.2 Vistas de modelos tridimensionales en autodesk Revit 2025 53
3.8 Propuesta de ubicación 55
3.9 Micro planificación de viviendas temporales 59
3.10 Costo y presupuesto 69
3.10.1 Metodología para determinar costos 69
3.10.2 Costos Indirectos 70

3.10.3 Análisis de estructura de desglose del trabajo con propuesta de línea base. 71
3.11 Modelo I: Tipo Carpa 72
3.11.1 Costo de vivienda 76
3.12 Modelo II: Tipo contenedor 82
3.12.1 Costo de vivienda 84
3.13 Modelo III: Material de madera 90
3.13.1 Costo de vivienda 98
3.14 Modelo IV: Material de Cartón 109
3.14.1 Costo de vivienda 113
3.15 Evaluación comparativa 124
3.15.1 Viabilidad del modelo de vivienda tipo carpa 126
3.15.2 Viabilidad del modelo de vivienda tipo contenedor 127
3.15.3 Viabilidad del modelo de vivienda con material de madera 129
3.15.4 Viabilidad del modelo de vivienda con material de cartón 130
3.15.5 Análisis de la comparación evaluativa 131
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA. 135
4.1 Conclusiones 135
4.2 Recomendaciones 137
4.3 Bibliografía 138
I. ANEXOS I

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Macro localización de la ciudad de Managua 21
Figura 2: Micro localización de la ciudad de Managua 22
Figura 3: Mapa de fallas geológicas de la ciudad de Managua 23
Figura 4: Mapa de vulnerabilidad de deslizamiento 24
Figura 5: Mapa de fallas de línea volcánica en Nicaragua. 25
Figura 6: Vista general del programa Revit 42
Figura 7: Vista de opciones básicas de Revit 43
Figura 8: Vista de opción “Colocar un componente” 44
Figura 9: Vista de opción “Modelar in situ” 44
Figura 10: Vista de configuración “Modelar in situ” 45
Figura 11: Vista de las funciones de “Editor in situ” 45
Figura 12: Vista de configuración de parámetros de una familia 46
Figura 13: Vista de opciones secundarias de Revit 46
Figura 14: Vista de ventana de Propiedades 47
Figura 15: Vista de ventana de Propiedades de Tipo 47
Figura 16: Vista de Propiedades de tipo y Explorador de materiales 48
Figura 17: Vista de generación de Tabla de planificación 49
Figura 18: Vista de configuración según categoría para generación de Tabla de Planificación 50
Figura 19: Vista de configuración según parámetro para generación de Tabla de Planificación 51
Figura 20: Tablas de cantidades de obras generadas por Revit 52
Figura 21: Vista de datos de tablas de cantidades de obras generadas por Revit 52
Figura 22: Vista 3D de “Modelo I – Tipo carpa” en el software Revit 2025 53
Figura 23: Vista 3D de “Modelo II – Tipo contenedor” en el software Revit 2025 53
Figura 24:Vista 3D de “Modelo III - Material de madera” en el software Revit 2025 54

Figura 25:Vista 3D de “Modelo IV – Material de cartón” en el software Revit 2025 54
Figura 26: Mapa de zonas accesibles en Managua 56
Figura 27: Plano de distribución de vivienda tipo carpa y tipo contenedor en Estadio Olímpico del IND y Estadio Jackie Robinson respectivamente (D-I)..... 65
Figura 28: Plano de distribución de vivienda Mediagua en Estadio San Luis(D-IV) 66
Figura 29: Plano de distribución de vivienda Paper Log House en Campo deportivo Dimitrov (D-IV)..... 67
Figura 30: Vista en 3d de microplanifación sobre campo deportivo en la ciudad de Managua..... 68
Figura 31: Vista 3D de estructura interna de tubos metálicos 74
Figura 32: Ruta crítica para modelo tipo carpa..... 80
Figura 33: Vista 3D de modelo tipo contenedor..... 83
Figura 34: Ruta crítica para modelo tipo contenedor..... 88
Figura 35: Unión de cada panel de muro fijado a estructura de piso 95
Figura 36: Vista 3D de modelo materia de madera 97
Figura 37: Proceso de ruta crítica para modelo material madera..... 106
Figura 38: Ruta crítica de modelo material cartón 121
Figura 39: Modelo de Vivienda Temporal Tipo Carpa II
Figura 40: Modelo de Vivienda Temporal Tipo Contenedor II
Figura 41: Modelo de Vivienda Temporal Material de Madera..... III
Figura 42: Modelo de Vivienda Temporal Material Cartón III

Tabla 1: Distribución poblacional por sector 18
Tabla 2: Criterios de evaluación comparativa..... 58
Tabla 3: Área ocupacional de los modelos 60
Tabla 4: Capacidad de viviendas por ubicaciones propuestas..... 62
Tabla 5: Orden de trabajo de fabricación de estructura y confección de lona en modelo tipo carpa. 77

Tabla 6: Orden de trabajo de panel de paredes prefabricados para modelo tipo carpa. 78
Tabla 7: Duración de actividades para modelo tipo carpa 79
Tabla 8: Totalidades de costos para modelo tipo carpa 81
Tabla 9: Orden de trabajo de mantenimiento de modelo tipo contenedor. 85
Tabla 10: Lista de materiales para modelo tipo contenedor 86
Tabla 11: Duración de actividades para modelo tipo contenedor. 87
Tabla 12: Totalidades de costos para modelo tipo contenedor 89
Tabla 13: Orden de trabajo de panel de piso prefabricado para modelo material madera 99
Tabla 14: Orden de trabajo de panel de piso prefabricado para modelo material madera 100
Tabla 15: Orden de trabajo para paneles de paredes prefabricados para modelo material madera. 101
Tabla 16: Orden de trabajo para panel de pared prefabricado para modelo material madera 103
Tabla 17: Duración de actividades para modelo material madera 104
Tabla 18: Totalidades de costos para vivienda material madera 107
Tabla 19: Alcances de obra para vivienda material cartón 114
Tabla 20: Lista de materiales a usar en modelo material cartón 115
Tabla 21: Costos de materiales 116
Tabla 22: Orden de trabajo para partes prefabricadas de modelo material cartón 117
Tabla 23: Duración de modelo material cartón 119
Tabla 24: Totalidades de costos de vivienda tipo cartón 122
Tabla 25: Criterios de evaluación de modelos de viviendas 125
Tabla 26: Resúmenes de costos totales y tiempos montaje 133

Gráfica 1: Resumen general de viabilidad de vivienda tipo Carpa 127
Gráfica 2: Resumen de viabilidad de vivienda tipo Contenedor 128
Gráfica 3: Resumen de viabilidad de vivienda tipo Mediagua 129

Gráfica 4: Resumen general de viabilidad vivienda tipo Paper Log House..... 131
Gráfica 5: Costos totales de viviendas de emergencia..... 132
Gráfica 6: Tiempo de montaje de viviendas de emergencia..... 132
Gráfica 7: Evaluación comparativa general de viviendas..... 134

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Nicaragua, por su posición geográfica, está expuesta al impacto recurrente de una variedad de fenómenos naturales como sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, inundaciones, deslizamientos, sequías o ciclones tropicales. Todos estos eventos pueden afectar a la población al incidir directamente en las personas, familias y comunidades. Los desastres siempre se presentan en forma súbita y devastadora, rápida y sin aviso. Luego de un desastre, el alojamiento adecuado es uno de los principales factores para ayudar a restablecer la normalidad.

Las catástrofes climáticas generan una demanda de espacios domésticos de muy rápida fabricación, cuya producción permite cubrir los mínimos garantes de la condición humana en su aproximación a la ocupación de un territorio o espacio. Las estrategias de implantación de hábitat de emergencia, en los sectores correspondientes implican el planteamiento de proyectos que brinden soluciones sociales y urbanas, que, de manera inmediata y funcional, suplan las necesidades básicas de la población afectada después de una catástrofe natural.

En este sentido, el presente trabajo tiene como objeto de estudio la evaluación comparativa de modelos de viviendas temporales de construcción rápida para situaciones de emergencia post-desastre en la ciudad de Managua.

La vivienda de emergencia adquiere un nuevo significado de condición o formación de la ciudad, la cual va muy ligada al asentamiento informal y sus procesos; de esta forma la rapidez, velocidad constructiva, atención mínima, el uso de recursos locales entre otros factores, se convierten en respuestas temporales cuando las soluciones locales no estén disponibles inmediatamente, sean inadecuadas o el medio ambiente natural no pueda garantizar su suministro de manera sostenible.

1.2 Antecedentes

En Nicaragua, los registros de información relevantes sobre el tema de estudio indican que las respuestas ante desastres han sido espacios o estructuras como escuelas, casas maternas e iglesias, que se utilizaron como albergues para brindar condiciones esenciales de alojamiento, seguridad, atención médica y servicios básicos a la población afectada. A nivel nacional, se ha evolucionado la respuesta a los desastres a lo largo de los años debido a la evidente necesidad de establecer mecanismos oficiales para garantizar una asistencia efectiva ante la repetición de fenómenos naturales.

En el año 2000, la Asamblea Nacional aprobó la Ley 337, con la cual se creó el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (SINAPRED). La promulgación de dicha ley forma parte de la estrategia desarrollada por el Gobierno de la República de Nicaragua, después de la devastación ocasionada por el Huracán Mitch en 1998, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad del país ante los desastres naturales.

Entre 2007 y 2015 se han elaborado 64 Planes Municipales de Gestión de Riesgo. Estos comprenden estudios de gran envergadura, cuyos resultados incluyen los planes de gestión de riesgo complementados con planes de ordenamiento y zonificación urbana, estudios de amenaza, vulnerabilidades y riesgo, propuestas de obras de mitigación, y catálogos cartográficos de amenazas, e instalaciones esenciales.

En 2017 se publicó la cartilla “Planificación, Organización y Administración de un Albergue.”, por El Nuevo FISE, que estipula que en cada comunidad debe conformar un Comité Comunitario de Prevención de Desastres (COCOPRED). Esta cartilla se enfoca en proporcionar pautas para la gestión eficiente de los albergues con el objetivo de mejorar la atención a las personas que utilizan estos espacios, especialmente en situaciones de emergencia o crisis, esta publicación aborda temas como la planificación de recursos, la organización del espacio y la administración de servicios.

1.3 Justificación

La ciudad de Managua se destaca de manera particular como un territorio atravesado por peligrosos cauces de agua y numerosas fallas tectónicas activas, en el que los habitantes insisten en construir sus viviendas e infraestructuras, la mayor parte de baja calidad desde el punto de vista técnico. Fenómenos naturales como los sismos, huracanes, inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas, tsunamis, sequías e incendios forestales son eventos que tienen la posibilidad de afectar de forma aislada o combinada a la población en la medida que inciden directamente en las personas, familias y comunidades.

En base a esta necesidad de resguardo y hábitat, luego de los daños efectuados por desastres naturales, se requiere del desarrollo de una tipología de vivienda de emergencia, con características propias de materiales, tiempo de elaboración corto y eficaz, y demás características arquitectónicas y constructivas que permitan brindar niveles de confort adecuados ante dichas circunstancias. Además, deben ser implantadas en diferentes lugares de la capital, mediante la utilización y diseño de diversos soportes.

El Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y el Desarrollo Humano 2022-2026, destaca la prevención de daños materiales, así como el cuidado de la vida y la atención a las familias afectadas. Su objetivo principal radica en el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia y alerta temprana para preparar a las comunidades para emergencias.

De manera complementaria, el Plan Nacional de Respuesta con Enfoque Multiamenaza (PNR 2020), promueve la cooperación comunitaria en la gestión de riesgos y la capacitación para una respuesta efectiva ante desastres. Esto respalda la necesidad de investigación sobre modelos de vivienda temporal que brinden soluciones habitacionales útiles facilitando una recuperación más rápida y efectiva.

La estadía en viviendas temporales de emergencia depende de las condiciones de riesgo y de que las posibilidades de retorno al hogar sean seguras y permanentes. La comunidad albergada juega un rol preponderante en el adecuado manejo, conjuntamente con las autoridades locales o responsables asignados. Por ende, la importancia de este estudio se basa en determinar las condiciones, requerimiento y capacidad del diseño, para salvaguardar la vida de los ciudadanos ubicados en zonas de riesgo velando por la seguridad y prevención ante desastres naturales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Comparar cuatro modelos de viviendas temporales de construcción rápida para situaciones post-desastre en la ciudad de Managua.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar cuatro modelos tridimensionales de viviendas temporales utilizando el software Revit, como una solución de albergue en situaciones de emergencia post-desastre.
- Crear un presupuesto para cada diseño de vivienda temporales con el fin de garantizar un control efectivo en la gestión de respuestas rápidas ante situaciones de emergencia.
- Comparar los diferentes modelos de viviendas temporales para determinar su viabilidad en el contexto de situaciones post-desastre en el municipio de Managua.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Riesgos ante fenómenos naturales

2.1.1 Desastres naturales

Los desastres naturales suelen ser eventos extremos que ocurren en la naturaleza, tales como lluvias, terremotos, inundaciones, deslizamientos, huracanes, etc. Estos usualmente causan daños significativos a la vida humana, infraestructura y al medio ambiente. Convirtiéndose en desastres cuando su magnitud supera la capacidad de respuesta de una comunidad, generando situaciones de emergencia requiriendo atención inmediata (Castilla Trujillo, Oporta Requénez, & Villagra Oporta , 2016).

2.1.2 Amenaza y vulnerabilidad

Son aquellos elementos del entorno que son peligrosos para el ser humano y que son causados por fuerzas externas a él, el término amenazas naturales se refiere específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y a los incendios que, debido a su ubicación, severidad y frecuencia, pueden tener un impacto negativo en las personas, sus estructuras y actividades. (Organización de los Estados Americanos, 1990).

2.2 Población vulnerable

2.2.1 Familias damnificadas

La familia, como una fuente de seguridad, puede ser amenazada ante estos casos de desastres naturales, confirma con hechos vividos menudo en nuestro país debido a los desastres naturales que se producen (Peralta Balladares & Cuarezma Latino, 2018).

2.2.2 Planes de respuesta a emergencias

Un plan de respuesta es un conjunto de acciones que la familia decide ejecutar para asegurarse que van a reducir los daños que provocan los eventos naturales y prepararse de manera planificada y organizada (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, 2022).

2.2.3 Gestión de riesgos

La gestión del riesgo se define como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2004).

2.3 Vivienda de emergencia

Las viviendas de emergencia están diseñadas para brindar soluciones temporales a corto plazo para personas cuyas casas quedaron inutilizables debido a un daño. En zonas con mayor probabilidad a desastres naturales, estos tipos de proyectos que integran una opción de albergue son cruciales, los estudios de los fenómenos naturales muestran que a menudo provocan la destrucción parcial o total de un gran número de casas y edificios, obligando a muchas personas a buscar refugio temporal en espacios públicos, siendo la máxima prioridad la protección de vidas humanas (Maiztegui, 2020).

2.3.1 Construcción prefabricada

La fabricación off-site incluye prefabricación y/o pre-ensamblaje en un proceso que abarca diseño y fabricación de unidades o módulos y que se desarrolla fuera del lugar donde finalmente serán instalados. Se trasladan al sitio donde se realiza un trabajo mínimo, como podría ser la preparación del suelo y ensamblaje de las piezas de la vivienda (Bendito Muñoz de Cuerva, Bris Marino, Nuere Menéndez-Pidal, & Saint-Supery Ceano-Vivas, 2014).

2.3.2 Vivienda temporal

La vivienda temporal después del desastre es la etapa intermedia entre la reconstrucción de viviendas permanentes y el desastre. Históricamente, la arquitectura industrializada y la prefabricación se han asociado con este tipo de viviendas, que requieren una resolución rápida. Una vez que se hayan agotado otras opciones de alojamiento, la construcción debe comenzar y permitir siempre que las personas afectadas elijan cómo solucionar el problema (Calderón, 2013).

2.3.3 Albergue

Los albergues constituyen un mecanismo vital de supervivencia en una crisis o durante el desplazamiento; además, resultan esenciales para restablecer la seguridad personal, la autosuficiencia y la dignidad. En las zonas urbanas, muchas personas refugiadas comparten alojamiento o viven en edificios públicos no funcionales, centros colectivos, barrios marginales y asentamientos informales (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, 2023).

2.3.4 Arquitectura de emergencia

La arquitectura de emergencia o humanitaria hace referencia a aquellas construcciones diseñadas y realizadas para acoger a personas en casos de necesidad de salud o refugio en contextos de crisis. Se trata de situaciones provocadas por desastres naturales, pandemias y emergencias de migración como las derivadas de las poblaciones desplazadas a la fuerza. La arquitectura, desempeña un papel crucial para garantizar las necesidades humanas básicas y la vida de las personas (Econova Institute of Architecture and Engineering, 2021).

2.4 Modelos de vivienda de emergencia

2.4.1 Tipo carpa

Es un espacio versátil que se adapta a diversas necesidades, puede transformarse sin problemas de una estación médica a viviendas temporales, demostrando su papel indispensable en los esfuerzos de ayuda en desastres. Tras un desastre, a menudo las víctimas se quedan con nada más que desesperación, la carpa de emergencia se convierte en un albergue inmediato, sus interiores espaciosos y construcción robusta brindan un refugio seguro para que individuos y familias se reagrupen y se recuperen (Carpas Shelter, 2023).

La carpa de emergencia permanece como un poderoso símbolo de ingenio humano y tenacidad inquebrantable. Sirve como un testimonio convincente de que incluso en los momentos más sombríos, las personas pueden unirse para ofrecer refugio, administrar ayuda médica crítica y reconstruir vidas rotas. (Ver anexos, Figura 39 Pág. II). En todos los aspectos, la carpa de emergencia es un pilar esencial de las iniciativas contemporáneas de ayuda en desastres (Carpas Shelter, 2023).

2.4.2 Tipo contenedor

Son contenedores portátiles de estructuras modulares especialmente diseñados que se utilizan durante desastres naturales, emergencias u operaciones de ayuda humanitaria. Estas viviendas pueden establecerse rápidamente para proporcionar alojamiento temporal a las víctimas de desastres, satisfacer sus necesidades básicas y recibir asistencia de emergencia. (Ver anexos, Figura 40 Pág. II).

Los contenedores habitables después de un desastre son herramientas importantes diseñadas para brindar ayuda a las víctimas de desastres de manera rápida y efectiva, el diseño y uso de estos módulos prefabricados se mejoran constantemente para aumentar las capacidades de respuesta a emergencias y apoyar los procesos de recuperación post-desastre (Herocont, 2023).

2.4.3 Material de madera

En Latinoamérica, decir mediagua es sinónimo de vivienda de emergencia. Es un término que tiene sus raíces en organizaciones no gubernamentales, se desarrolla tomando como punto de partida la temporalidad, y es que este tipo de construcciones se acaban utilizando más tiempo del que originalmente se establece (Archdaily, 2013). Debido a sus múltiples ventajas en términos de calidad, resistencia, aislación, durabilidad y eficacia en los tiempos de construcción, la madera se presenta como una solución a la crisis habitacional. (Ver anexos, Figura 41 Pág. III).

Una mediagua convencional, teóricamente, es una vivienda de emergencia de estructura de madera, completamente de pino insigne, de 6.0 m. X 3.0 m., con una altura de 2.80 m., que se encuentra sobre 15 pilotes impregnados (Laguna Sánchez & Velázquez Herrera, 2014).

2.4.4 Material de cartón

Las más conocidas son las Paper Log House. Estas casas, también conocidas como “refugios de cartón”, surgieron como respuesta a la necesidad de proporcionar cobijo rápido y asequible en situaciones de emergencia, como desastres naturales y crisis humanitarias. Su concepto se originó en 1995 tras un fuerte terremoto sucedido en Kobe (Japón) y se desarrolló a lo largo de toda la carrera de Shigeru Ban, continuando su evolución hasta el día de hoy (Arquitectura sostenible, 2023).

La idea de la que parte toda su concepción es el uso de materiales accesibles, baratos y sostenibles, como son los tubos de papel reciclado y cartón. El diseño y la construcción del esqueleto de estas casas consiste en la superposición de capas de estos tubos, lo que crea una estructura robusta y resistente a la intemperie. (Ver anexos, Figura 42 Pág. III).Su bajo coste, ligereza, fácil manejo y transporte son los puntos fuertes que hacen del cartón la opción ideal en proyectos que requieren rapidez y tienen un bajo presupuesto. Es el caso de las viviendas provisionales necesarias tras suceder una catástrofe natural o los hogares provisionales para refugiados (Arquitectura sostenible, 2023).

2.5 Criterios de viviendas de respuesta a emergencia

2.5.1 Parámetros de ubicación para refugios temporales

Según el SINAPRED (2022) y USAID (2012, pág. 4), se deben tener presente los parámetros y estándares mínimos establecidos por normas nacionales y recomendaciones internacionales se puede mencionar los siguientes aspectos:

- Ubicación: Los albergues deben ubicarse a una distancia mínima de 5 km de la zona afectada para evitar riesgos adicionales.
- Acceso Vial: El albergue debe estar situado a no más de 1 km de una vía principal para facilitar el acceso y el transporte de suministros.
- Terreno: El lugar debe contar con una pendiente plana, entre el 1% y el 6%, en suelos permeables, lo que facilita el drenaje natural y evita el estancamiento de agua.
- Acceso al Agua potable: La fuente de agua más cercana no debe estar a más de 500 metros del albergue, y debe tener la capacidad de abastecer a todas las personas albergadas.
- Parqueo: Debe haber zonas de estacionamiento para la descarga de suministros.
- Área por Persona: La superficie cubierta por persona debe ser de 3.5 m^2 como mínimo, el espacio mínimo por persona es de 3.5 m^2, la distancia mínima entre camas es de 75 cm.
- Zonas Especiales: En áreas cercanas al mar, los refugios deben instalarse al menos a 12 metros sobre el nivel del mar para evitar riesgos por oleajes o tsunamis. En caso de erupciones volcánicas, el Plan Nacional de Respuesta con Enfoque Multiamenaza y Salud 2020 (SINAPRED) recomienda que los refugios estén a una distancia entre 15 y 30 km del volcán, dependiendo de su actividad, volcán activo y el nivel de riesgo.

2.5.2 Condiciones generales de las instalaciones

La Comisión Técnica Sectorial de Albergues (2013), establece condiciones mínimas y óptimas para los ocupantes o población afectada que debe brindar un albergue temporal, mencionando consideraciones de temperatura, clima, seguridad, regulación de espacios, vías de comunicación, transporte, acondicionamientos, buscando un espacio de habitación temporal cómodo y seguro.

- *Habitabilidad*

Son las condiciones que garantizan la seguridad física de sus habitantes y les proporcionan un espacio habitable suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales (ONU-Habitat, 2024).

- *Adaptabilidad*

La adaptabilidad está ligada al concepto de multifuncionalidad, esta es entendida como la capacidad de albergar diferentes usos o poder cambiar el mismo con facilidad. Obliga a generar espacios que se adapten de manera rápida y eficiente a diferentes usos; la temporalidad materializada en la idea de la arquitectura como algo temporal, no eterno, permite tener espacios con diferentes temporalidades asociadas a la actividad (Gutiérrez Pinzón, 2014).

2.5.3 Condiciones físicas de las instalaciones

Indicadores claves que se toman en cuenta para el espacio de viviendas de emergencia tenemos lo que sugieren según: Manual Esfera: Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria (Asociación Esfera, 2018) y Boletín técnico – Manejo y mitigación de desastres (USAID, 2012) los siguientes parámetros:

- Espacio habitable

Se debe ordenar un mínimo de 3.5 metros cuadrados de espacio habitable por persona, en situaciones donde la temperatura o las condiciones sean un problema, se recomienda entre 4.5 y 5.5 metros cuadrados por persona.

- Altura de los refugios

Las viviendas deben tener una altura mínima de 2 metros desde el suelo hasta el techo, y en climas cálidos debe ser de al menos 2.6 metros con el objetivo de facilitar ventilación.

- Distancia de seguridad

Los espacios mínimos que se deben contemplar en la construcción de un albergue provisional exterior, es de vital importancia contemplar disminuir las probabilidades en gran medida la de sufrir un incendio, se llegue a propagar con facilidad debido al material con que están construidas las habitaciones.

2.6 Normativas y leyes aplicables

2.6.1 Ley creadora del sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres - ley n°. 337

La Ley 337 ofrece un marco legal que facilita la respuesta adecuada ante desastres, permitiendo que el país esté mejor preparado para enfrentar estas situaciones con respaldo legal y metodológico. Las normativas y planes de emergencia buscan precisamente transmitir esos conocimientos fundamentales, con el objetivo de que las autoridades locales y sectoriales comprendan y apliquen los instrumentos legales necesarios para prevenir y mitigar los efectos de estos fenómenos.

2.6.2 Ley especial para el fomento de la construcción de vivienda y de acceso a la vivienda de interés social - ley n°. 677

La ley N° 677, tiene como objetivo garantizar el acceso a una vivienda digna a grupos vulnerables, haciendo énfasis en el artículo 4 que menciona el desarrollo de viviendas en tiempos de crisis, como desastres naturales. En situaciones de emergencia, promueve la construcción rápida de viviendas que brinden una solución inmediata y segura para las familias afectadas.

- Art. 4. Políticas de Aplicación de la Ley y sus Reglas Generales: El fomento y construcción de proyectos habitacionales deberá de adecuarse en virtud del desarrollo de un Plan Nacional de Viviendas y la política diseñada para tal efecto, así como la atención y mitigación de desastres en función de los intereses de la sociedad.
- Art. 32. Participación del SINAPRED: El Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación, y Atención de Desastres (SINAPRED), demandará que se prevean en diversos proyectos habitacionales todos los programas y medidas de protección civil, en caso de cualquier eventual desastre, por lo que se deberá de considerar con oportunidad y suficiencia las acciones de previsión tanto en los modelos como en la construcción de las viviendas y sus entornos.

2.7 Revit

- **Modelado BIM**

Un modelo diseñado en BIM está formado por los equivalentes virtuales de las partes y piezas de construcción reales utilizadas para construir la propiedad. Esto significa que un edificio, gracias a BIM, se puede "construir" incluso antes de su realización física a través de un modelo virtual. (Academy, 2020).

- **Autodesk Revit**

Un usuario de Revit puede manipular un proyecto desde varias vistas, incluidas planos en planta, planos estructurales, elevaciones, vistas en secciones y vistas 3D en perspectiva. Estas vistas ayudan durante todo el ciclo de vida del proyecto,

y ayudan a comprender mejor donde se instalarán productos específicos y como encajan en el diseño general, ya que estas vistas ayudan a proporcionar toda la información que necesita el personal involucrado desde la creación hasta la implementación. (Academy, 2020)

2.8 Costos

2.8.1 Costos directos

Los costos directos son aquellos que se pueden identificar de una forma razonable con los diferentes productos y/o servicios, de tal forma que es posible cuantificarlos en la medida que se puede determinar de una manera objetiva e individual la cantidad consumida y el costo de estos.

Son todas aquellas erogaciones o gastos que se tiene que efectuar para construir la obra, tienen la particularidad de que casi siempre éstos se refieren a materiales, mano de obra, maquinaria y equipos que quedan físicamente incorporados a la obra terminada (Clough, Sears y Sears, 2005).

2.8.2 Costos Indirectos

Corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra. Los costos directos se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo (Barrie y Paulson, 1992).

- **Financiamiento**

Este es un factor de costo de vital importancia cuya imprevisión puede tener graves consecuencias en el resultado final de la obra y ocasionar pérdidas. Es la mezcla de recursos propios (capital social) y/o externos para cubrir los desembolsos que son necesarios en la realización de las actividades requeridas (Hendrickson y Au, 2008).

- **Costos administrativos**

Los costos administrativos son los recursos necesarios para las operaciones y manejos dentro de una empresa, son los gastos o costos que la empresa aplica

para la realización de trámites y movimientos internos. Estos costos son manejados, reportados y distribuidos por los gerentes y administradores (Koontz y Weihrich, 2012).

- **Costo de mano de obra**

Es el conjunto de trabajadores que intervienen directamente en la ejecución de todas las unidades de obra que se deben llevar a cabo para la realización de un proyecto. En general serán trabajadores con categoría laboral de peones, ayudantes, oficiales y encargados de obra. Deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo que realice (Peurifoy y Oberlender, 2011).

- **Costo de materiales**

Es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de calidad y las especificaciones generales y particulares de construcción requeridas. Por concepto de materiales se obtiene de la expresión (Suárez Salazar, 2014):

- **Costo de equipos y herramientas**

Son erogaciones del contratista correspondiente a equipos que permiten realizar diferentes trabajos en el campo, para así después poder elevar los edificios, puentes u otros tipos de obras. Se entiende como maquinarias livianas y manipulables, que se emplean principalmente en labores de movimientos de: tierras, excavaciones, además de obras de pavimentación, compactación, reparación y preparación de superficies, equipos de apoyos, elevación de cargas o colocación, compactación de concreto, entre otros (Peurifoy, Schexnayder y Shapira, 2006).

- **Transporte**

Representan todos aquellos servicios de transporte y/o fletes que se requieran para el traslado de material, equipo y personal de la obra (Dagostino y Feigenbaum, 2003).

- **Take off**

Son las cantidades de materiales obtenidas en las diferentes sub-etapas que se realizan en la obra, tomando de guía los planos, estas cantidades están en unidades de medida tales como: metro cuadrado, metro lineal, metro cubico, Kilogramos y otras unidades de las cuales dependerá en gran parte el presupuesto. Esto facilita mantener un control de consumo de materiales al igual que los desperdicios estimados en el cálculo (Dagostino y Feigenbaum, 2003).

- **catálogo de etapas y subetapas**

El catálogo de etapas y subetapas es un documento donde se especifican conceptos a considerar que se determinan con la mayor precisión posible, así como las cantidades a realizar en cada concepto de obra. Los conceptos se obtienen a partir de los planos suministrados, que deben contener especificadas todas las cotas necesarias, además de detalles técnicos que se requieran para calcular las cantidades, globales y específicas (Suárez Salazar, 2014).

CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Análisis territorial

3.1.1 Contexto geográfico y social de Managua

Managua como departamento está ubicado en el suroeste de Nicaragua, limitando al norte con León y Matagalpa, al sur con el océano Pacífico y Carazo, al este con los departamentos de Boaco, Granada y Masaya, y al Oeste con León. Está dividido en nueve municipios, siendo el núcleo más densamente poblado del país.

Con una población estimada de 1,374,025 habitantes, según datos del INIDE, el 90% de los habitantes residen en áreas urbanas. El clima predominante corresponde a una estación seca prolongada y temperaturas entre 27.5°C y 28°C.

La topografía del departamento es descendente, con pendiente hacia el lago Xolotlán en su límite norte. En cuanto a los recursos hídricos, se destacan varias lagunas de origen volcánico, entre ellas Asososca, Tiscapa y Xiloá. Managua como municipio limita al norte con el lago Xolotlán, al sur el municipio de El Crucero (antes llamado distrito siete) junto a Ticuantepe y Nindirí, al este con el municipio de Tipitapa y al oeste con el municipio de Ciudad Sandino.

La ciudad como tal es identificada como principal centro urbano de Nicaragua, albergando el mayor porcentaje de la población nacional. La tabla 1 se puede observar una distribución demográfica por distrito según INIDE 2008:

Tabla 1: Distribución poblacional por sector

Distrito	Extensión Km	B° Urbano	B° Rural	Viviendas	Población
DISTRITO I	43.92	237	12	35,863	197,247
DISTRITO II	17.46	62	0	42,639	234,515
DISTRITO III	73.18	125	40	50,789	279,340
DISTRITO IV	11.23	40	0	39,233	215,782
DISTRITO V	52.53	236	40	48,167	264,919
DISTRITO VI	43.78	106	1	61,389	337,640
DISTRITO VII	29.85	74	4	56,253	309,393
TOTAL	271.98	880	97	334,333	1,838,836

Fuente: Alcaldía de Managua

Una característica geológica del municipio es que se encuentra dentro del llamado Triángulo Tectónico de Managua, una zona afectada por el hundimiento de fenómenos volcánicos. También está delimitado por dos fracturas, la falla de cofradía al este y la de Mateare al oeste. Junto a otras 15 fallas principales que atraviesan la ciudad convirtiéndola en un punto de actividad sísmica importante.

Las características topográficas de las zonas ubicadas cerca del lago Xolotlán, indican que la pendiente es inferior al 2%, siendo propensa a lluvias e inundaciones de gran medida, aun habiendo precipitaciones de escala moderada.

Eso sumado a la actividad sísmica, Managua está expuesta también por amenaza volcánica, siendo las más cercanas los volcanes de Masaya y Chiltepe, representando un gran riesgo significativo por la emisión de gases y erupciones.

3.1.2 Evaluación de riesgo por distritos

- Distrito I

La zona del Distrito I es de las zonas más céntricas de Managua, con fuerte actividad comercial y de servicios, concentra barrios tradicionales y áreas combinando el uso residencial, institucional y económico. Se encuentra dentro del Triángulo Tectónico de Managua, por lo que está expuesto a la actividad sísmica debido a la presencia de las fallas geológicas que pasan a través de la ciudad. Además, en algunos sectores presenta vulnerabilidad ante inundaciones, especialmente en zonas con baja pendiente y drenaje insuficiente que presenta el territorio durante lluvias intensas.

- Distrito II

Este distrito comprende una parte considerable del antiguo centro histórico de Managua que fue devastado tras el terremoto de 1972. En la parte urbana se conservan barrios tradicionales que constituyen el 26% aproximadamente del distrito, entre ellos los barrios Monseñor Lezcano, San Sebastián, Santa Ana y Cristo el rosario. En este distrito se encuentra cruzado por 3 fallas geológicas: la falla de los Bancos, falla del Estadio y la falla de San Judas. En conjunto con la reactivación de la falla de Apoyeque incrementa la vulnerabilidad de esta zona.

- Distrito III

Las fallas que atraviesan este distrito son las fallas de Nejapa y San Judas, ambas representan una amenaza directa para los habitantes. Este riesgo se agrava en asentamientos informales, con muchas construcciones no poseen las condiciones técnicas constructivas mínimas. Donde los barrios con una densidad poblacional como el Barrio El Recreo, René Cisneros, Casimiro Sotelo, San Judas sector sureste Barrio El Pilar y Altagracia, son sitios que suelen presentar inundaciones durante lluvias intensas.

- Distrito IV

Este distrito posee las fallas El Chico Pelón y Las Colinas. Aproximadamente la mitad de la población que se encuentran en los barrios de esta zona está en riesgo constante por las viviendas ubicadas en zonas de acumulación de agua y a orillas de cauces sin revestimiento.

- Distrito V

Con un total de 9 fallas geológicas que pasan a través de los barrios que conforman este distrito, sumado a las recurrentes amenazas durante la temporada lluviosa, estas condiciones se ven agravadas por la falta de infraestructura por parte de las viviendas y del drenaje pluvial, exponiendo a las familias que habitan en estos sectores.

- Distrito VI

El este del distrito VI está ubicado en la falla del Aeropuerto, considerada de las más peligrosas dentro del área urbana de toda Managua. Sumado al hecho que las mayorías de viviendas no cumplen con los estándares de diseño sismo-resistente, también se han desarrollado en áreas poco seguras para uso habitacional. Los puntos más vulnerables son las viviendas en Unidad de Propósito y Villa Austria.

- Distrito VII

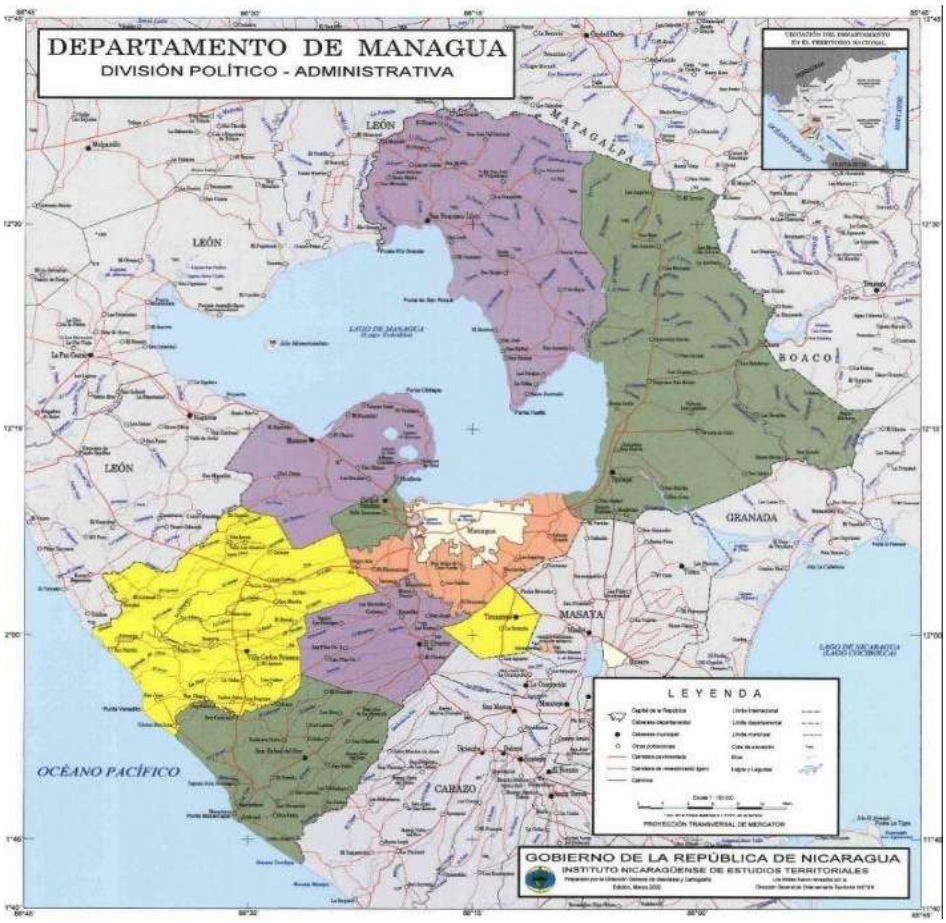
Igual caso que en el anterior, este distrito es afectado por la misma falla del Aeropuerto, representando directamente una amenaza para la población residente por el tema de las edificaciones y las zonas propensas a inundaciones.

3.2 Localización del proyecto

3.2.1 Macro localización

Situándose en Managua el área de estudio a escala macro para entender el entorno donde se desarrollará la evaluación comparativa de modelos de viviendas de viviendas temporales de construcción rápida.

Figura 1: Macro localización de la ciudad de Managua

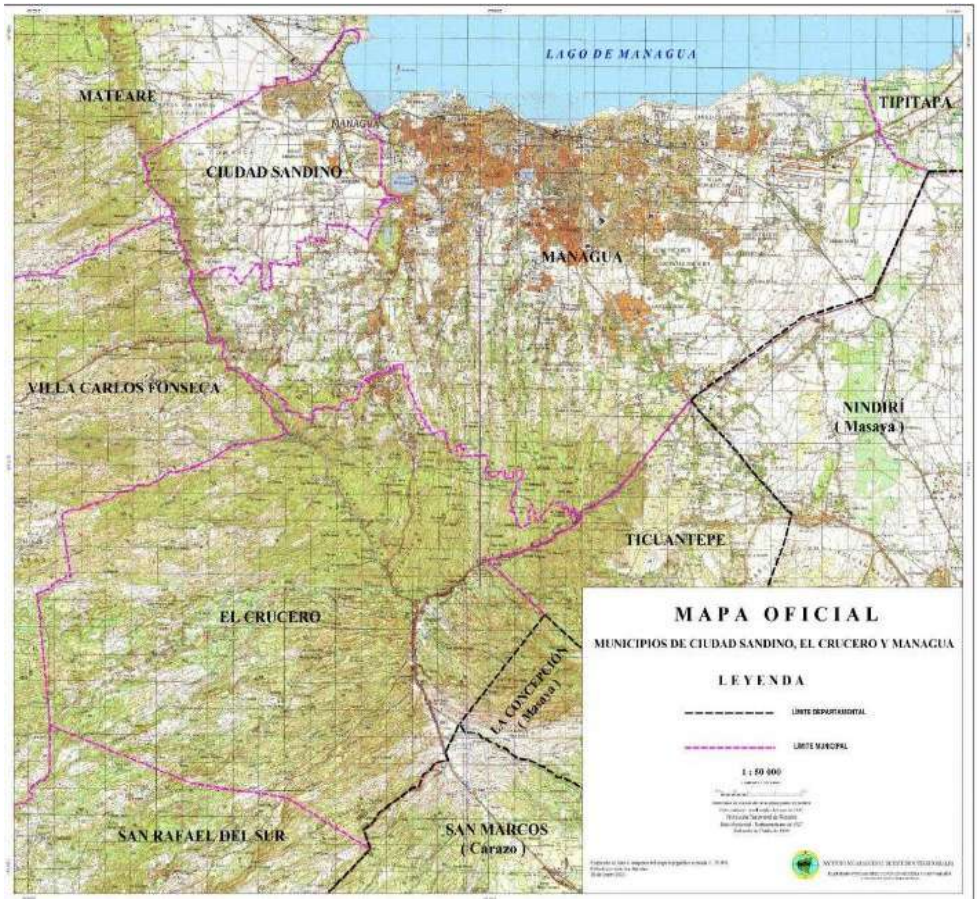


Fuente: Instituto nacional de estudios territoriales INETER

3.2.2 Micro localización

A nivel local, Managua presenta sectores con alta densidad poblacional permitiendo su enfoque a la evaluación comparativa de alternativas constructivas, considerando adaptabilidad dentro de condiciones reales presentes en la ciudad.

Figura 2: Micro localización de la ciudad de Managua



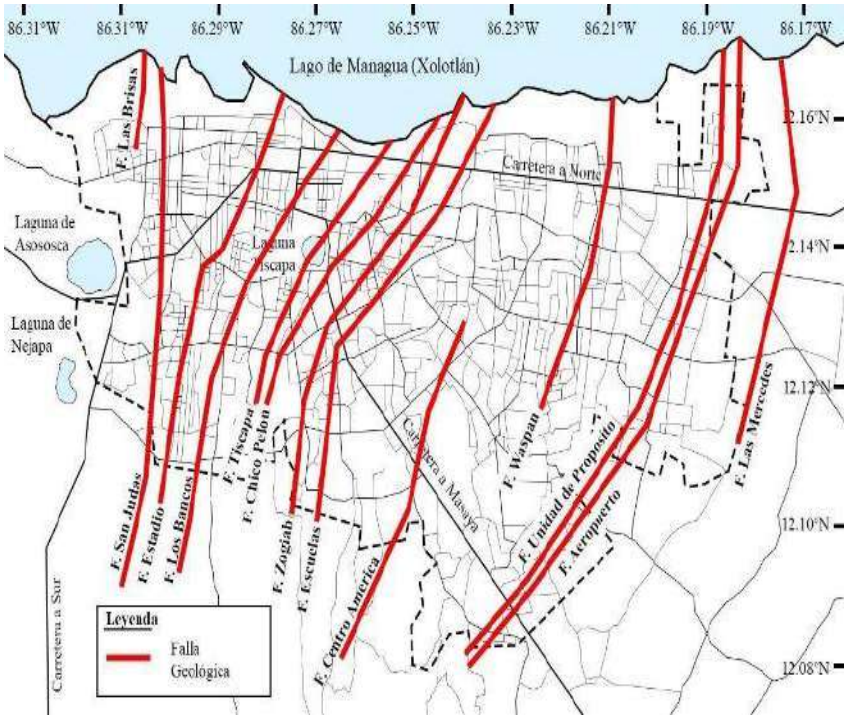
Fuente: Instituto nacional de estudios territoriales INETER

3.3 Amenazas de desastres en el municipio de Managua

- Sismos

La cuidad tiene un riesgo sísmico elevado debido a la ubicación geográfica en las zonas más activas del país. Ubicada en la región del pacifico, concentra el mayor número de fallas geológicas, la acumulación de energía en fallas promedia una frecuencia histórica de registrar un terremoto cada 50 años o dos a tres cada siglo (Ver Figura 3).

Figura 3: Mapa de fallas geológicas de la ciudad de Managua



Fuente: Instituto nacional de estudios territoriales INETER

- Inundaciones

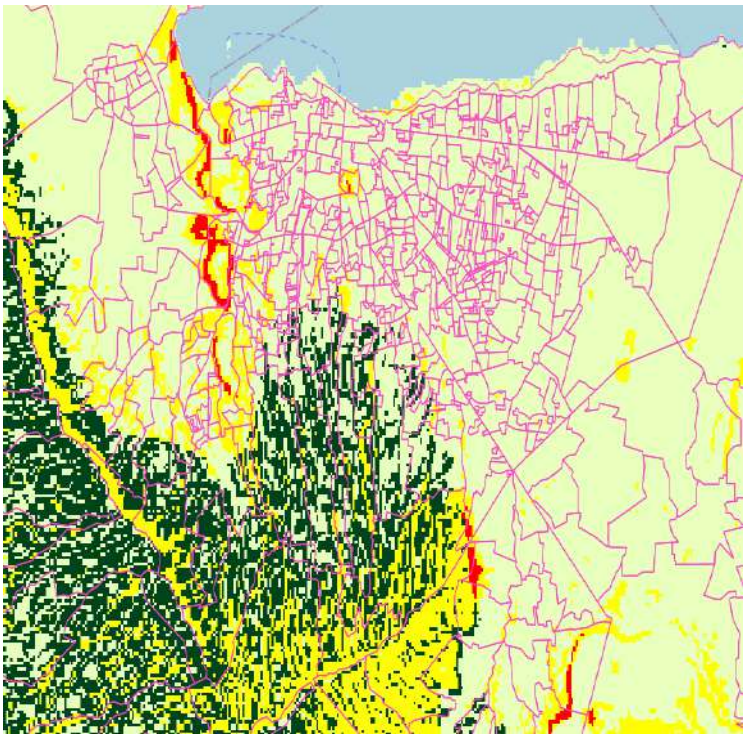
Las inundaciones son otro problema recurrente en Managua, visiblemente el peligro mayor se encuentra en la zona norte y este del municipio por la proximidad del lago Xolotlán. Además de generar desbordamientos con lluvias. Tomando en cuenta ríos y cauces donde las obstrucciones reducen la capacidad hidráulica del sistema de drenaje aumentando el riesgo de desbordamiento en múltiples sectores dentro de toda el área del municipio de Managua.

- Derrumbes/remoción de masas

La topografía de Managua presenta condiciones muy particulares cuando se habla de riesgos de derrumbes, su relieve funciona como un embudo natural, donde las partes más elevadas se encuentran en los bordes del municipio con cerros y áreas rurales próximas al área urbana. Estas áreas se observan con frecuencia en la parte sur y oeste de la ciudad, además que la composición del suelo favorece a la erosión subterránea provocando hundimientos en la superficie (Ver Figura 4).

Las viviendas construidas sobre estos terrenos inestables sufren grietas constantes e incluso colapsos parciales debido a los cimientos que están construidos en estos suelos, que comúnmente no se realiza un adecuado estudio de suelo y geotécnico para evitar tipos de suelos altamente permeables.

Figura 4: Mapa de vulnerabilidad de deslizamiento



Fuente: Instituto nacional de estudios territoriales INTER

- Huracanes

La ciudad de Managua, aunque no recibe constantes impactos directos debido a su localización en el pacífico, sufre los efectos indirectos de estos fenómenos, especialmente con lluvias intensas. Estas precipitaciones causan un sin número de problemas en varios distritos, causando desbordamiento de ríos y cauces, inundaciones urbanas y deslizamientos en zonas vulnerables.

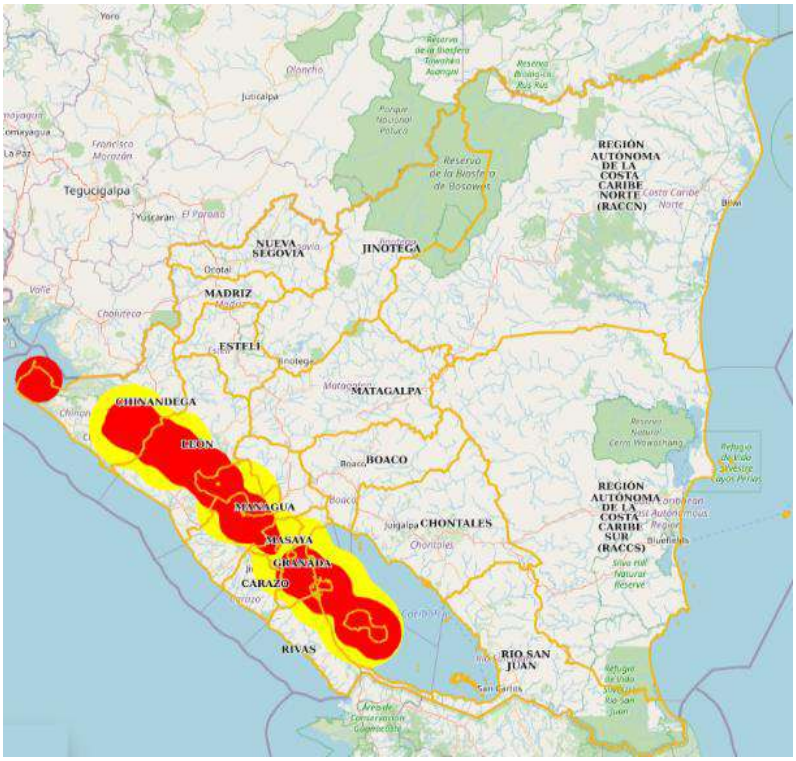
- Erupciones volcánicas

El municipio de Managua se encuentra dentro del cinturón volcánico nicaragüense, el área de influencia se encuentra entre los dos volcanes

principales: el volcán Masaya y el volcán Apoyeque. Estas formaciones volcánicas representan un riesgo constante por la posible emisión de gases, cenizas y en casos extremos flujos de lava.

En la Figura 5 se muestra la cercanía de como estos volcanes convierte a Managua en una ciudad con gran probabilidad a amenazas de origen geológico.

Figura 5: Mapa de fallas de línea volcánica en Nicaragua.



Fuente: Instituto Nacional de estudios territoriales INETER

3.4 Marco institucional

La organización del Sistema Nacional, que alcanza todos los niveles (desde el nivel local hasta el nivel nacional), facilita el trabajo coordinado entre las instituciones de estado, las ONG, el sector privado y la cooperación internacional. Como parte de este estudio, se presentan las instituciones que al día de hoy intervienen en la mitigación y atención de los efectos negativos de los fenómenos socio-naturales, buscando una respuesta reactiva a las situaciones de crisis.

- *Instituto nicaragüense de estudios territoriales*

INETER: Organismo técnico y científico relevante del Estado, poniendo a disposición de toda la sociedad, información básica (Cartográfica, Catastral, Meteorológica, Hidrológica, Geológica y otras) e investigaciones del medio físico que contribuyan a la disminución de la vulnerabilidad ante desastres naturales y vigilando permanentemente a los fenómenos naturales peligrosos.

- *Sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres*

SINAPRED: tiene como fin reducir el impacto de los fenómenos naturales y socio-naturales en la población y la economía del país, fortalecer capacidades de preparación, brindar a la población una respuesta eficaz y oportuna con amor y calidez e impulsar la rehabilitación y reconstrucción de las afectaciones ocasionadas por fenómenos naturales.

- *Ministerio de transporte e infraestructura*

MTI: Es una Institución de gestión pública, centrada en el desarrollo del sector Transporte, que permita la integración de las regiones del país, el crecimiento económico y el desarrollo social del país, a fin de elevar la calidad de vida de la población, favoreciendo la ocupación de los pobladores de las zonas en que se efectúen las distintas intervenciones, en armonía con el medio ambiente.

- *Ministerio del ambiente y los recursos naturales*

MARENA: Está a cargo de coordinar y dirigir la política ambiental del estado y promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de la Nación. Sus principales atribuciones están dirigidas al control, normación y regulación de la gestión ambiental y los recursos naturales. Su visión, misión y organización están definidas de cara a transferir y compartir responsabilidades con la sociedad civil y mejorar de forma continua su gestión técnica, administrativa y financiera.

3.5 Parámetros para la planificación de viviendas temporales

Para definir la ubicación de las viviendas temporales, es necesario establecer parámetros para la planificación de viviendas temporales tanto técnicos como de funcionalidad, los cuales se definen a continuación.

3.5.1 Lineamientos técnicos para el diseño de viviendas temporales

Por lo general, los modelos de viviendas utilizados en la práctica parten de financiación por parte de gobiernos y organizaciones no gubernamentales con presupuestos limitados que muchas veces no son capaces de cubrir necesidades. Por ello, nace la necesidad de establecer parámetros de reducción de costes permitiendo acceder al mayor número de afectados tras una catástrofe, con el fin de maximizar el alcance de las soluciones habitacionales y beneficiar al mayor número posible de damnificados tras una catástrofe.

Según el Manual para la administración de albergues y casas solidarias (SINAPRED, 2023), las infraestructuras seleccionadas deberán considerar los planes de contingencia por tipo de amenazas.

Por ejemplo, las iglesias, centros educativos, salones comunales y otros de carácter público o privados que se tengan definidos, podrán ser utilizados en caso de huracanes, inundaciones, deslizamientos y deslaves. Para terremotos, es preferible que los albergues se establezcan con carpas o casas de campaña, en terrenos baldíos, fincas, infraestructuras deportivas abiertas tales como: campos de fútbol, campos de béisbol, entre otros.

Al diseñar viviendas para situaciones de emergencia, se debe considerar características fundamentales como: fases de situación de emergencia, la adaptación de construcciones a diferentes contextos geográficos, la priorización de estructuras ligeras, fáciles de transportar y montar considerando el entorno. De igual manera, se debe tener en cuenta los costos de los recursos empleados, garantizando una solución sin comprometer la seguridad ni la habitabilidad.

Igualmente es importante definir la vivienda, que según NTN 12 001–11 (Norma Técnica Nicaragüense para Diseño Arquitectónico), es aquella que debe cumplir

cualquier tipo de edificación, a fin de garantizar integración al entorno y condiciones de habitabilidad.

3.5.2 Criterios de funcionalidad en viviendas temporales

Para asegurar la aplicación de un esquema de gestión de viviendas temporales que sea eficiente, se puede trazar una serie de pautas básicas sobre las cuales se basan en el proceso de gestión. Designadas para ser amplias en alcance y aplicables en la escala macro de estrategias de recuperación y reconstrucción. Los siguientes puntos dan mejor visión sobre algunas de las pautas principales:

- El objetivo principal sería responder de manera justa y equitativa a las diversas necesidades de los diferentes grupos. Esto se logra óptimamente prestando especial atención a aquellos que son más vulnerables, abordando quejas y apuntando a una implementación responsable.
- La aspiración mínima para los objetivos de recuperación y reconstrucción sería devolver a una comunidad afectada a su estado anterior, mientras se busca reducir la vulnerabilidad a futuros desastres.
- Todos los esfuerzos realizados por las partes interesadas en la provisión, diseño y construcción de viviendas temporales deben estar bien coordinados
- El término sistemas de prefabricación es utilizado al proceso de fabricar casas industrialmente no modificables, luego transportar estas casas a sitios de construcción. Una desventaja de los sistemas de prefabricación cerrados es su inflexibilidad para satisfacer diversas necesidades ante desastres.
- Para esta planificación de modelos de viviendas de emergencia se tiene que reconocer la flexibilidad de adaptarse rápidamente a cualquier emplazamiento y climatología. Es por ello por lo que se debe permitir modificaciones para adaptarse a las necesidades. Por otro lado, dado que este tipo de construcciones tienen un carácter temporal, el diseño puede ser completamente desmontado y reutilizado.

Estas pautas dependen a criterios que integran decisiones en diseño y asentamiento, su objetivo es establecer condiciones mínimas y óptimas para los ocupantes o población afectada.

Un diseño universal se entenderá por toda obra de infraestructura de bienes y servicios de uso público, que puedan utilizar las personas en la mayor medida posible, según las Normas Técnicas NTN 12 001 – 11, realizando modificaciones y adaptaciones para las personas con discapacidad, garantizando el ejercicio y el pleno goce de su derechos humanos y libertades fundamentales (Ley 763).

La Comisión Técnica Sectorial de Albergues (2013), establece condiciones mínimas para la población afectada, buscando espacio de habitación temporal seguro. De modo que se desglosan en los siguientes criterios de diseño:

- Seguridad: Las instalaciones que se encuentren en áreas expuesta a deslizamientos, inundaciones, erupciones volcánicas, presencia de sustancias tóxicas, entre otros, no deberán ser utilizadas.
- Facilidad de Acceso: Los albergues deben asegurar las condiciones adecuadas de acceso y evacuación en caso de emergencias basado en un plan local previamente establecido.
- Infraestructura: Considerar las condiciones de la edificación: año de construcción, capacidad de resistencia.
- Superficie Adecuada: Como referencias de las Normas Mínimas de Esfera, a cada persona albergada le corresponde una superficie cubierta mínima de 3.5 m^2.
- Suministro de Agua Potable: La calidad del agua disponible en el albergue o bien, la que se realiza bajo el suministro de cisternas, es un parámetro a considerar en el proceso de selección, a fin de evitar la propagación de enfermedades y epidemias que afectan la salud de la población.
- Suministro de Alimentos: Se deben de cubrir las necesidades de nutrición de las personas de los grupos en condiciones de vulnerabilidad en base a al cálculo de alimentos que emplea el SINAPRED, esto debe complementarse con alimentos autóctonos de las regiones del país.

3.6 Modelos de viviendas de emergencia

Para todos los tipos de viviendas se asumirá condiciones post-desastre, donde las viviendas de un grupo de personas han sido afectadas y las instituciones junto a los planes de respuestas deben trasladar a las familias a este tipo de viviendas provisionales.

Los materiales utilizados se prevé que en su mayoría provengan del propio país, sin necesidad de llegar a estrategias de importación. Exceptuando la vivienda tipo contenedor, ya que, de acuerdo con el estudio de costos presentado en su sección correspondiente, la opción más viable es la compra de varios contenedores marítimos, lo cual requiere ser importadas por empresas dedicadas a la distribución de contenedores marítimos.

3.6.1 Modelo I: Tipo carpa

La vivienda tipo carpa es la forma tradicional de alojamiento de emergencia, por su bajo peso, tamaño reducido, facilidad de transporte, de almacenamiento e instalación. Generalmente están elaboradas en lona, con estructura de cables de acero y paralelas de aluminio o PVC. Estas estructuras textiles parten de la ventaja de facilidad en diferentes módulos antes mencionados.

- Referentes del modelo

La carpa aparece como refugio transportable sobre postes y tensados por cuerdas, por ello han sido utilizadas en muchas civilizaciones a lo largo de la historia adaptado a las costumbres y creencias de cada una como las grandes carpas de Persia, el Chum usada al noroeste de Siberia o la tienda de los campamentos romanos.

Todos los elementos que componían estos campamentos estaban completamente estandarizados, así como su colocación facilitando su montaje, desmontaje y transporte. A continuación, se exponen y comparan las características más significativas de los diferentes tipos de construcciones.

- Características técnicas

Este modelo está pensado para una vida útil de hasta tres años con el debido mantenimiento de la estructura, consiste en una estructura de acero revestida con paneles de polímero ligeros y aislantes. Al contar con un diseño modular, permite agregar y eliminar partes con el fin de adaptarse a las características necesarias.

Su instalación sobre el terreno se recomienda que para unas buenas condiciones de habitabilidad la distancia entre refugios sea al menos de cinco metros. Para su montaje, los soportes se anclan al suelo mediante punzones y unas placas de anclaje que garanticen estabilidad, sin embargo, presenta inconveniente de no ser un refugio elevado por lo que es necesario preparación básica del suelo.

- Sistema constructivo

Modelo better shelter

Se entrega en kits prefabricados que incluyen las piezas necesarias. El ensamblaje no requiere maquinaria pesada, solo herramientas manuales incluidas en el kit. Su tiempo de instalación: alrededor de 3 a 6 horas con 4 personas capacitadas y el montaje se basa en un marco de acero galvanizado y paneles de polímero reciclado, fijados mediante un sistema de tornillos y pernos. Además, incluye ventilación, aislamiento básico y cerraduras para seguridad.

- Criterio de evaluación

El modelo Better Shelter resulta viable en contextos post-desastre, ya que combina montaje rápido con una logística eficiente gracias a su transporte en paquetes planos. Su implementación en más de 80 países y colaboración con organismos humanitarios como ACNUR respaldan su eficacia para responder de manera inmediata, garantizando protección, privacidad y estabilidad.

Transporte: Se transporta desmontado en paquetes planos (flat-pack) para optimizar espacio en contenedores. Cada unidad cabe en un paquete de aproximadamente 1,6 m x 1,2 m x 0,3 m, lo que permite transportar 12 a 15 unidades en un solo contenedor estándar de 40 pies.

Disponibilidad de Materiales: Utiliza materiales industriales estandarizados (acero galvanizado, polímeros plásticos) que no dependen de recursos locales. Al ser un sistema patentado, la producción está centralizada, lo que significa que depende de fabricantes certificados por Better Shelter. No está pensado para fabricarse con materiales autóctonos, pero su diseño reduce la dependencia de recursos in situ.

Sostenibilidad: Los componentes son resistentes al agua, fuego y rayos UV y puede ser reutilizado, trasladado y adaptado. Los materiales (acero y polímeros) son reciclables, aunque la logística de reciclaje depende de la gestión del operador humanitario cumpliendo con criterios básicos de protección climática, seguridad y dignidad, aunque no está diseñado como vivienda permanente.

3.6.2 Modelo II: Tipo contenedor

Desde su introducción en el año de 1940, los contenedores de acero han sido utilizados principalmente para el almacenamiento y transporte de mercancías. Sin embargo, su rigidez estructural, durabilidad y versatilidad han permitido que, con el tiempo, se adapten a múltiples usos arquitectónicos y urbanos.

La integración de contenedores en la industria de la construcción representa un claro ejemplo de reutilización adaptativa, pues se otorga una segunda vida a unidades en desuso, reduciendo la producción de nuevos materiales y el consumo de recursos tradicionales como el acero estructural y la madera.

- Referentes del modelo

En Puerto Rico con el huracán María en 2017, los contenedores se emplearon para servicios esenciales, tales como clínicas móviles, centros de distribución de alimentos y refugios temporales. Estos espacios contaban con sistemas básicos sanitarios y eléctricos para atender de inmediato a la población afectada.

También contamos con el proyecto en Turquía (2025): Tras un fuerte terremoto, la empresa Cbox entregó 5,000 viviendas modulares hechas con contenedores en solo un mes. Estas unidades ofrecieron aislamiento, impermeabilización, y garantía de 10 años, además de recibir alta satisfacción por parte de los usuarios.

- Características técnicas

Los contenedores están fabricados con acero galvanizado anticorrosión, con paredes y techo de paneles de acero de 0.4 a 0.5 mm de espesor. La estructura base incluye vigas y columnas de acero de 3 mm, que garantizan alta resistencia a cargas mecánicas y condiciones climáticas adversas.

Dimensiones y capacidad: La estructura tiene un largo de 6.05 m, un ancho de 2.44 m y una altura de 2.90 m, lo que proporciona un área aproximada de 15 m². El peso total es de 1500 kg y la vida útil estimada se encuentra en un rango de 15 a 20 años.

Sistema de cubierta (techo): El revestimiento del techo está conformado por paneles de acero de 0.5 mm de espesor, galvanizados en caliente con tratamiento anticorrosión. La estructura está compuesta por vigas de acero galvanizado de 3 mm y se apoya en cuatro columnas de acero galvanizado del mismo espesor con tubo de cascada para aislamiento térmico y acústico se incorpora una capa de lana de roca de 75mm.

Sistema de paredes: Las paredes se fabrican con paneles de acero de 0.4mm, galvanizados en caliente y con protección anticorrosiva por ambas caras. Las dimensiones estándar son de 2650mm de alto x 1150mm de ancho, con espesores disponibles de 50, 60, 75, 100 y 120mm. El aislamiento puede realizarse mediante lana de roca, lana de vidrio o espuma de poliestireno. El acabado exterior se ofrece en color gris blanco (RAL 9002) o bajo pedido en colores personalizados.

Aberturas – Ventanas: Las ventanas cuentan con marco de aleación de aluminio o PVC y están equipadas con vidrio simple de 5 mm de espesor. El tamaño estándar es de 800 x 1100 mm, con opción de fabricación a medida.

Instalaciones eléctricas: El sistema eléctrico incluye cableado, luminarias LED, interruptores, enchufes y caja de distribución, los cuales pueden adaptarse según las necesidades específicas del usuario.

Certificaciones: El producto debe cumplir con certificaciones internacionales de calidad y seguridad, tales como ISO y CE.

- Sistema constructivo

Los porcentajes de huecos para ventilación e iluminación no suponen ningún problema al utilizar contenedores, ya que se pueden abrir los huecos necesarios siempre que se apliquen los refuerzos correspondientes.

Por lo general el área mínima para ventanas debe ser al menos el 15% de la superficie con un 50% de iluminación natural, también se les puede agregar rejillas de ventilación para mejorar la circulación del aire, esto no es altamente indispensable para estas situaciones, pero se sugiere su instalación.

A nivel estructural, están fabricados para asumir el esfuerzo de flexión en la sección longitudinal, gracias a la placa corrugada soldada al bastidor principal de tubo de acero que recorre sus aristas, funciona como una viga aligerada de gran canto a efectos de cálculo.

Los contenedores son aptos para todo tipo de transporte, ya sea terrestre, marítimo o aéreo. Debido a que cuentan con dimensiones estandarizadas internacionalmente, los distintos medios de transporte están siempre equipados para manejarlos y desplazarlos con facilidad.

Existen numerosas empresas especializadas en el transporte de contenedores, similares a compañías de autobuses, que publican y ofrecen sus tarifas, así como los recorridos y destinos que cubren, funcionando de manera similar a cualquier otra empresa de transporte, tal como: MSC, Maersk y CMA-CGM, hasta empresas más especializadas en logística como Servicios y Terminales S.A. y Interworld Freight.

- Criterios de evaluación

Una vivienda temporal de contenedor es una solución que se ha usado en lo largo del tiempo con mayormente con reutilización de contenedores marítimos ISO que usualmente son de 20 o 40 pulgadas. Los contenedores pueden ser apilados y

ensamblados para crear configuraciones personalizadas. Diseñados para resistir transporte marítimo, soportan cargas de nieve, vientos fuertes y sismos, lo que los hace adecuados para viviendas seguras y duraderas.

El uso de contenedores como solución habitacional en contextos de emergencia post-desastre responde directamente a los principios de las tres R de la sostenibilidad.

En primer lugar, contribuye a la reducción del consumo de materiales tradicionales, en segundo lugar, favorece la reutilización de un recurso cuya vida prolonga su funcionalidad hasta equipararse con la de una vivienda convencional mediante un adecuado mantenimiento, finalmente, en la etapa de cierre de ciclo, se promueve el reciclaje de los componentes mediante técnicas constructivas en seco y el uso de anclajes mecánicos, lo que permite un desmontaje más limpio.

3.6.3 Modelo III: Material de madera

La mediagua es un modelo de vivienda de emergencia con mucha trayectoria en América Latina, naciendo en Chile, donde se ha utilizado durante más de 85 años como respuesta inmediata a desastres naturales. La mediagua no solo forma parte del entorno social y urbano, sino que se ha convertido en un referente para ser estudiado y replicado en diferentes países.

El uso del modelo constructivo en tabiquería de madera se ha desarrollado, siendo una solución eficaz por su rapidez, economía, flexibilidad y sencillez. Por sus características, este sistema es una alternativa para ofrecer respuestas habitaciones tras una emergencia, permitiendo no solo resolver necesidades básicas de refugio, sino también fortalecer la organización comunitaria.

- Referentes del modelo

Dentro de la historia, surgió la figura de Josse Van Der Rest, conocido como el padre de las mediaguas. Durante los años 60, el sacerdote jesuita se dedicó a acompañar a familias sin hogar, ayudándolas a ocupar terrenos baldíos y a construir con sus propias manos viviendas de emergencia, dedicando su vida al

trabajo social creó el departamento de viviendas del hogar de Cristo bajo el legado del Padre Alberto Hurtado con la misión de ayudar a la población más necesitada.

La mediagua surgió como solución rápida para enfrentar la realidad de chilenos que no tenían donde vivir, donde durante las décadas de 1970 y 1980 se llegó a usar como vivienda social para familia de escasos recursos, ya que, si bien no solucionaba la desigualdad, proporcionaba un techo seguro a las personas.

Con el pasar de los años, el modelo tradicional de mediagua ha ido evolucionando lentamente y depende de la organización, las versiones más recientes incorporan mejoras en el confort térmico y habitabilidad con nuevos diseños de diferentes tamaños, llegando a 24 m² de superficie, paneles OSB, mejor distribución, entre otras.

- Características técnicas

La mediagua, o vivienda de emergencia, se compone de ocho paneles prefabricados de madera de pino radiata, dos ventanas, una puerta.

Muros: Pueden estar compuestos por paneles SIP, los paneles interiores en OSB/OSB, de espesor 78mm y 75mm, paneles exteriores consideran una piel en SMART PANEL con un rebaje de 4cm, u otros materiales básicos como el pino.

Cubierta: Las losas de cubierta consideradas tienen un espesor de 75mm, y son paneles SIP de OSB/OSB en módulos de122cm por 244cm.

Kit puertas: Las puertas serán provistas precolgadas de 80 x 203 con Cerradura de pomo.

Kit ventanas: Se consideran: Una ventana V1, de aluminio o similar, con hoja de corredera y paño fijo, de 0,80 x 1,20m y Dos Ventanas V2 0,46 x 0,50m.

Revestimiento: Paneles de muros: se consultan en pino bruto ½ x 6” traslapado. Cada panel de 3 metros de ancho se compone de 27 tablas.

Piso: se consulta en tabla de pino tinglado cepillado por una cara de 1 x 6” dispuesto según plano. Cada panel se compone de 22 tablas.

Puerta y ventanas: consultan revestimientos en pino bruto de ½ x 6” dispuestos en el mismo sentido que el revestimiento de paneles de muro.

- Sistema constructivo

La construcción de las viviendas de emergencia suele estar a cargo de cuadrillas conformadas de 6 a 7 voluntarios, generalmente vinculados a instituciones del estado involucrados en planes de emergencias y organizaciones benéficas.

Este proceso constructivo es rápido, el tiempo de ejecución estimado varía entre un 10 a 15 horas, no requiere conocimientos técnicos avanzados, y cada equipo es coordinado por un jefe de cuadrilla, que tenga conocimientos mínimos constructivos junto al manual de construcción de este modelo de vivienda.

El sistema constructivo deja el piso elevado por pilotes, también conocido como piso elevado, crea un espacio abierto entre el terreno y el suelo de la vivienda con el objetivo de prevenir problemas de humedad. Sin tener problemas por lluvias.

Este modelo habitacional está distribuido como un volumen de techo a un agua, con una pendiente de cubierta del 20%, generando una altura máxima de 3.5 metros en la fachada frontal, descendiendo a 2.1 metros en la parte posterior.

El proceso inicia verificando que se dispongan de todos los materiales y piezas requeridas para el montaje, puesto que todos los pilotes, paneles laterales y de techo ya fueron prefabricados con tiempo de antelación.

Luego, se realiza la excavación del primer pilote en la zona más elevada del área a trabajar para la vivienda, lo cual va a definir el nivel para los demás pilotes. Seguidamente, se ubica el segundo pilote en la esquina opuesta, con el fin de cuadrar correctamente las esquinas y verificar que los demás pilotes están alineados estructuralmente.

Una vez colocados todos los pilotes, se instalan seis durmientes de 6 metros de largo sobre estos. Los durmientes se posicionan longitudinalmente sobre dos pilotes y traslapan al tercero, sobre esta base se colocan paneles de piso.

Con la plataforma, se colocan los paneles laterales, se instalan los tres primeros en el lado derecho formando una “U”, luego el mismo procedimiento en el lado izquierdo y finalmente se unen ambas secciones en el centro, habiendo verificado la sección de la pared se procede a clavar para consolidar la estructura.

La instalación de la cubierta comienza con la fijación de dos vigas centrales, desde la cuales se extienden tres vigas hacia cada lado, conformando una total de seis vigas de techo, sobre estas se coloca un fieltro térmico y posteriormente se instalan las láminas de zinc como cobertura. Para finalizar se instalan los marcos y bisagras de la puerta y las ventanas, concluyendo el proceso de montaje.

- Criterios de evaluación

Se construye principalmente con madera, un material de fácil acceso y montaje. El modelo más común actualmente posee una superficie de 18 m² y conforma por un sistema modular de fácil armado. La estructura constituye:

- *8 paneles (dos pisos, dos laterales, dos frontales y dos traseros)*
- *2 cumbreras para el soporte del techo*
- *Papel fieltro (aislante térmico y de humedad)*
- *15 pilotes (cimentación)*
- *6 cuartones 2x2” pulgadas (costaneras para el envigado del techo)*
- *8 tablas 1x4” (vigas)*

Todos los elementos se ajustan mediante clavos, lo que permite una construcción rápida. Además, este sistema facilita el transporte y el montaje de las piezas de la mediagua a lugares designados como zonas seguras por su fácil manipulación.

Como vivienda de emergencia, desempeña un papel muy importante como medida ante desastres naturales, su implementación es principalmente para situaciones post-desastre, donde las familias pierden de manera repentina sus hogares por eventos como terremotos, tsunamis, inundaciones e incendios.

3.6.4 Modelo IV: Material de cartón

El cartón es principalmente conformado por cartón de fibra virgen de papel o bien papel reciclado. Cuando hablamos de cartón, se piensa directamente en la imagen del cartón ondulado o corrugado, ya que es la forma más común en la que se presenta, es el tipo que se usa para las cajas. Sin embargo, existen varias técnicas para conformar piezas de este material que veremos más adelante.

- Referentes del modelo

Tradicionalmente no se ha considerado el cartón como un material propio para la construcción, sin embargo y como veremos a continuación, es un material que ofrece buenas prestaciones sobre todo cuando hablamos de arquitectura efímera debido a sus propiedades.

El material de cartón para viviendas fue popularizado por el arquitecto Shigeru Ban en la década de 1990 para construir refugios, aunque ya existían intentos de diseño con cartón en mobiliario desde 1968 por Peter Raacke.

La idea del arquitecto se basa en la superposición de capas de cartón para crear estructuras resistentes, aislantes y de bajo costo, con el objetivo de diseñar una vivienda temporal prefabricada utilizando el papel como material principal para su construcción.

- Características técnicas

Este modelo consiste en una vivienda cuadrada, construida a partir de tubos de cartón reciclado. Pueden recubrirse con poliuretano para conseguir resistencia al agua y retardar el efecto del fuego.

Su dimensión puede ser flexible, está construido sobre cajas de cerveza para la cimentación y sacos de arena, con tubos de cartón de 106 mm de diámetro, 4mm de espesor, paneles de madera contrachapada de 13’x13’ cruces de madera para fijar los tubos de cartón, esponja impermeable fijada con adhesivo, como aislamiento. y material textil o plástico para la cubierta, y las cajas de cerveza, suponen la cimentación. También, frente a la densidad estructural de los muros de cartón, aquí se opta por concentrar toda esa estructura en otras de mayores

dimensiones, de tal forma que se reduce el número de materiales utilizados y se consigue la separación de la estructura y la envolvente.

La envolvente anterior se realiza empleando un trenzado de hojas de palmera que se apoya sobre el armazón estructural de tubos de cartón. Finalmente, en la cubierta, sobre la lona de plástico del proyecto original se añaden unas hojas de palmera Nipa de la región con el que se consigue la uniformidad del conjunto.

- Sistema constructivo

El Modelo Paper Log House *s*on viviendas prefabricadas, la cimentación se realiza mediante cajas de cervezas rellenas con arena y los muros están conformados por tubos de cartón. Cada elemento desempeña su función o incluso varias funciones a la vez:

Los tubos de cartón configuran la fachada, la estructura soporte y proporcionan aislamiento térmico. La cubierta textil se ancla a una cercha, también de cartón, pudiendo ser retirada en verano para permitir la ventilación. Cada vivienda temporal fue construida por 8 personas en tiempo que oscila entre 6 y 7 horas.

- Criterios de evaluación

El cartón es un material de producción sencilla, ligero, estable, con gran capacidad aislante y resistente a la lluvia, una vez protegido con una imprimación de parafina.

Las PLH al estar formadas principalmente por cartón su disposición final es transitoria con opción de reciclar material, sin embargo, el mayor inconveniente de la utilización de estos materiales es debido a que es necesario tratar el cartón para su utilización si queremos que resista correctamente en la intemperie.

La importancia de este modelo junto a sus ventajas llevó a que se estandarizaran y se hayan llegado a usar en otros países como Turquía, India o Filipinas. En este último se utilizó tras el tifón conocido como Yolanda en noviembre de 2013 que dejó un número total de víctimas mortales de 6340. Al tratarse de emplazamiento distinto, la respuesta ha de ser distinta, las nuevas viviendas sufrieron pequeñas alteraciones que las permitieran adecuarse al lugar.

Aún en la actualidad su estudio se dedica permanentemente a la investigación en desastres y ayuda humanitaria, volviendo a la tendencia de principios y mediados del siglo pasado, cuando los arquitectos famosos trabajaban de manera paralela en proyectos de ayuda humanitaria.

3.7 Implementación de herramientas de Revit

En el desarrollo de las actividades necesarias para el modelado de cada tipo de vivienda se empleó el software Autodesk Revit 2025 como herramienta principal. La selección de este programa responde a la metodología BIM (Building Information Modeling), que permite integrar en un único entorno el diseño como un modelo, incluyendo posteriormente el diseño arquitectónico, estructural, vistas de secciones, visualización 3D, cuantificación de material, entre otros.

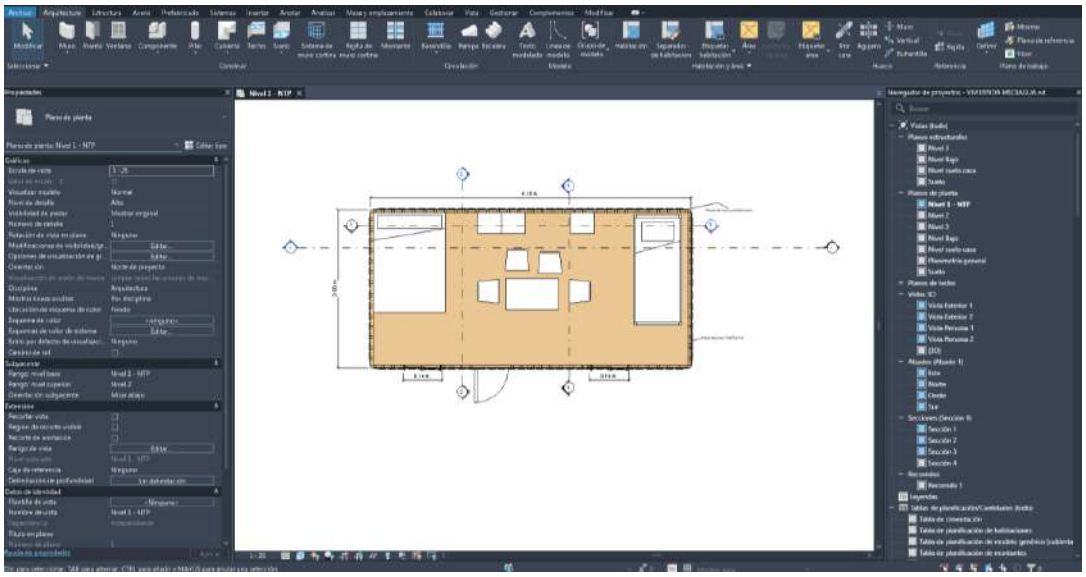
El proceso se realizó usando las herramientas básicas y funciones nativas del programa, como son la creación de muros, pisos, cubiertas, componentes estructurales, según lo requiera cada vivienda, permitiendo la generación automática de cómputos métricos a partir del modelo digital para cada vivienda de emergencia, asegurando una mayor precisión en la extracción de los metrados de materiales necesarios, dejando al final cálculos mínimos manuales que desarrollar, permitiendo una base sólida para ser capaces de realizar el presupuesto.

Asimismo, fue necesario representar elementos únicos constructivos que no se encontraban dentro de la galería de biblioteca predeterminada de Revit, teniendo que implementar familias externas paramétricas, configurando según lo requiera y adaptándolas al modelo de diseño (Ver Figura 6).

Para la realización de los cuatros modelos propuestos se utilizaron planos públicos disponibles, complementando con referencias fotográficas y audiovisuales de otros países en situaciones post-desastre en las que fueron utilizadas, permitiendo adaptar las funcionalidades de Revit al contexto de la Ciudad de Managua, logrando un análisis comparativo de diferentes aspectos,

llegando a ser posible implementar a nivel nacional con los análisis previos pertinentes.

Figura 6: Vista general del programa Revit



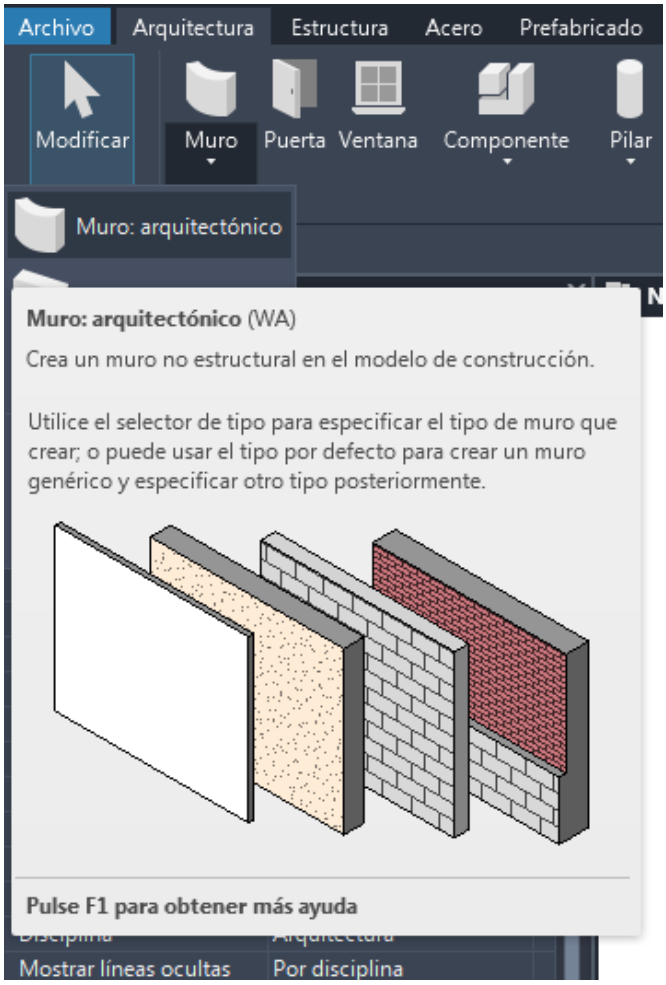
Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

3.7.1 Procesos a ejecutar por modelo

- Funciones básicas de Revit

Inicia con la configuración del proyecto mediante la definición de los niveles, estableciendo la altura de las viviendas, luego se modela los elementos principales utilizando herramientas nativas como Muro, que permite crear el cerramiento con su respectivo espesor y material definido, se puede incorporar las opciones de Ventanas y Puertas, elementos que se pueden integrar directamente sobre los muros según las características del diseño (Ver Figura 7).

Figura 7: Vista de opciones básicas de Revit

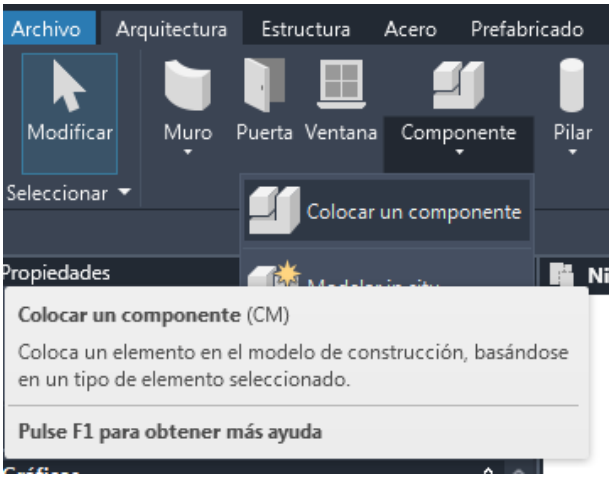


Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Seguidamente, se integran componentes mediante la herramienta “Colocar un componente”, ya sea desde la biblioteca predeterminada o mediante la carga de familias externas (Ver Figura 8).

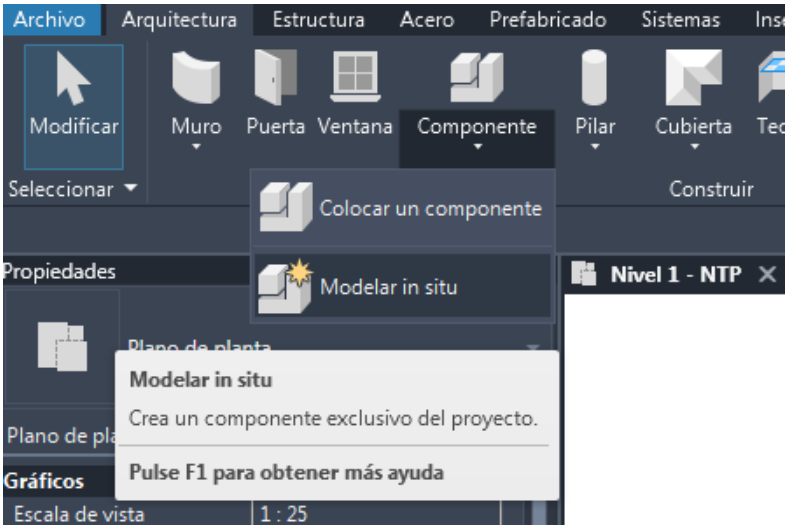
Cuando el proyecto requiere elementos con características específicas, se emplea la opción “Modelar in situ”, una opción imprescindible para la creación de los diferentes elementos propuestos que con propiedades especiales que debían ser creados de manera personalizada y adaptados para cada modelo de vivienda, de esta manera el entorno BIM ayuda a la recopilación y análisis de la información constructiva necesaria para las cantidades de obras a determinar (Ver Figura 9).

Figura 8: Vista de opción “Colocar un componente”



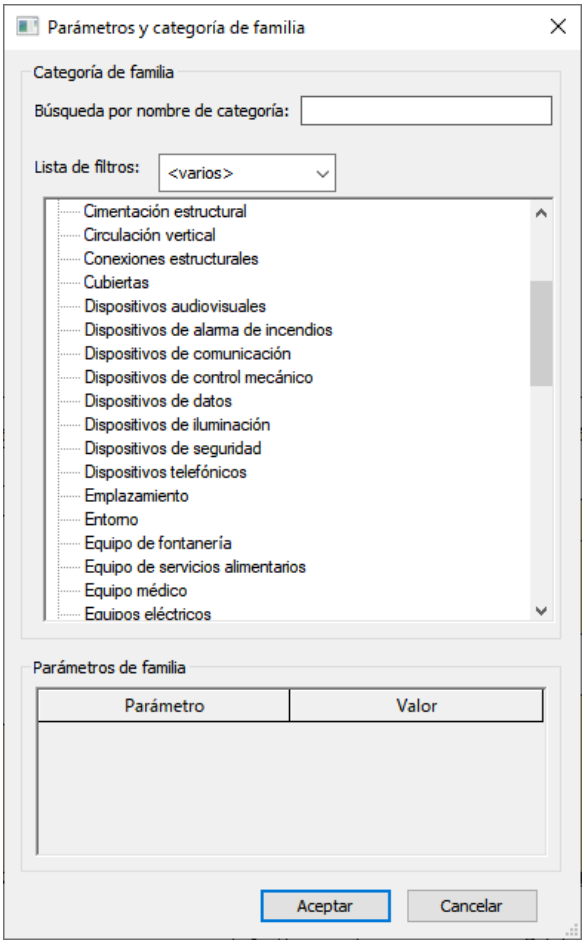
Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 9: Vista de opción “Modelar in situ”



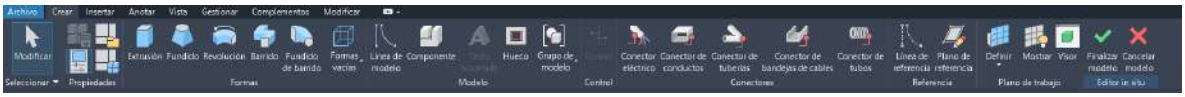
Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 10: Vista de configuración “Modelar in situ”



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 11: Vista de las funciones de “Editor in situ”



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Luego de la creación o inserción de una familia en el modelo, es necesario revisar y adecuar las propiedades internas de estas, es posible modificar las dimensiones, materiales y colocación datos del elemento en esta ventana de propiedades para cambiar desde los parámetros de la familia según se requiera (Ver Figura 12).

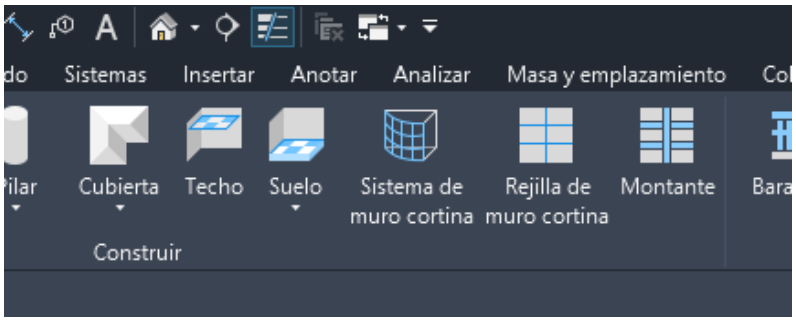
Figura 12: Vista de configuración de parámetros de una familia



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

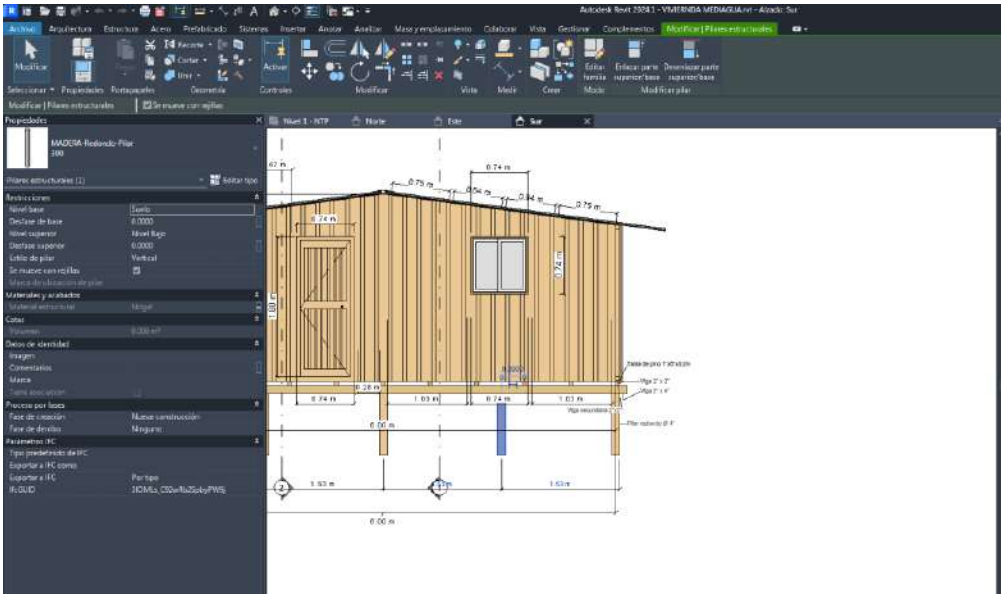
Las opciones posteriores de Revit son igual de importantes para el modelo de las viviendas, la opción Cubierta se utilizó principalmente en el modelo tipo carpa para generar los elementos inclinados de la lona, en el modelo de vivienda (Mediagua) y cartón (Paper log house) se empleó el Sistema de Muro Cortina para modular los muros livianos mediante rejillas, facilitando la repetición ordenada de los paneles prefabricados, de la misma manera, los montantes se incorporaron como elementos estructurales verticales y horizontales, simulando la estructura interna de madera como los tubos de cartón.

Figura 13: Vista de opciones secundarias de Revit



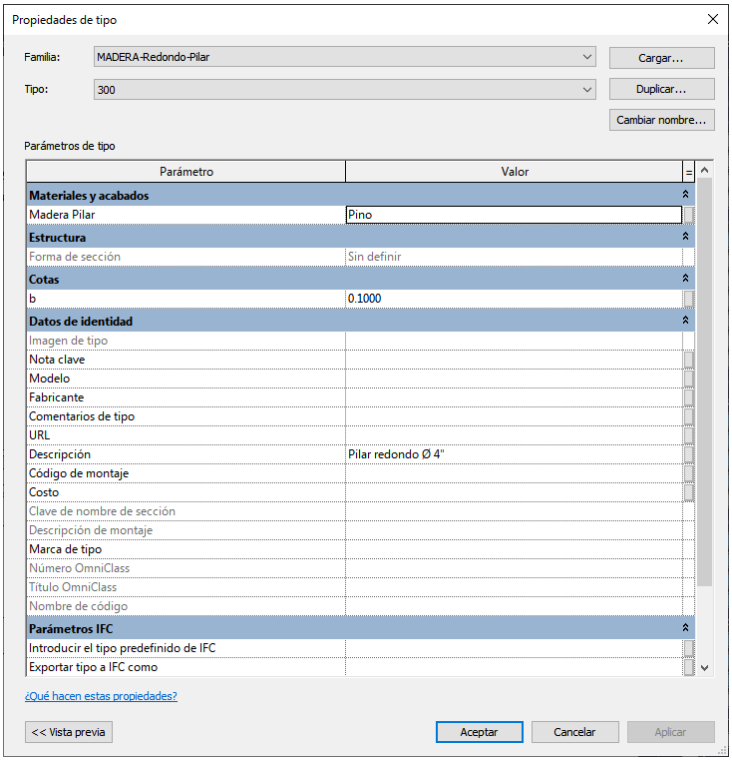
Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 14: Vista de ventana de Propiedades



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 15: Vista de ventana de Propiedades de Tipo

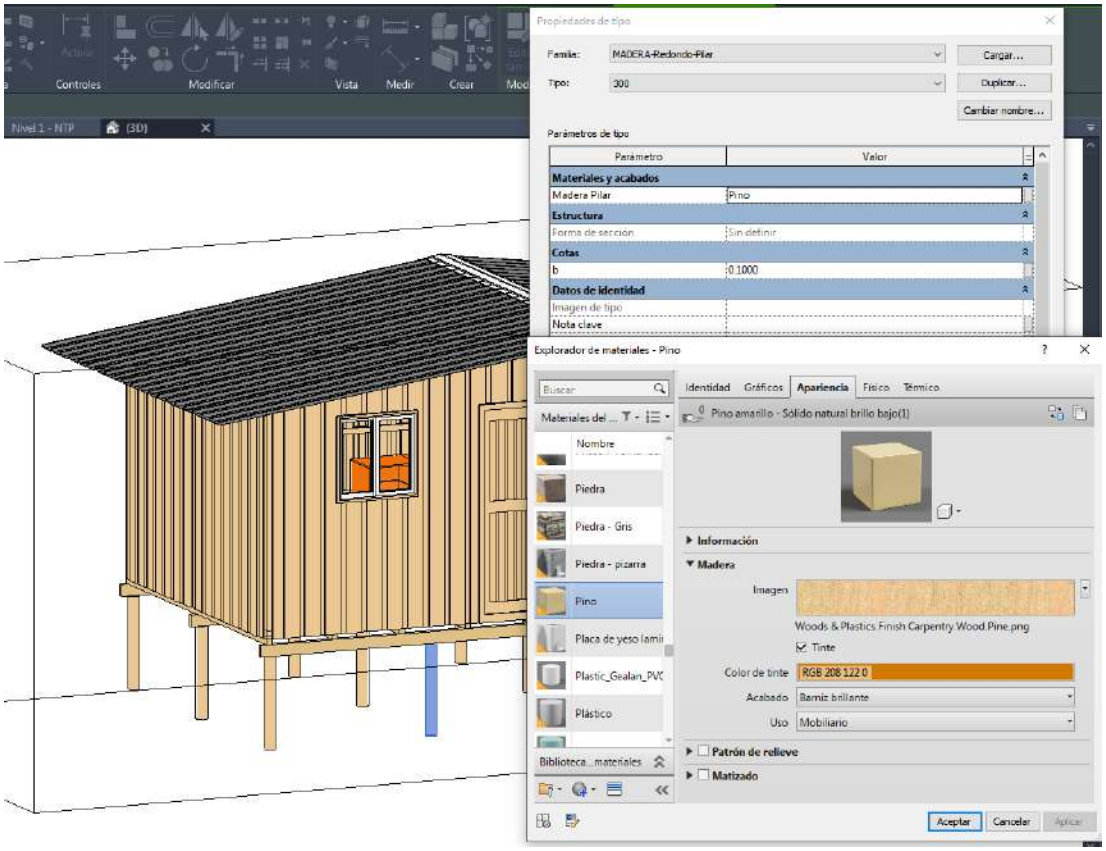


Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Se necesita configurar la familia según el material que se requiera, en el apartado de Materiales y acabados, esta asignación permite que el elemento adopte no solo propiedades constructivas según datos del material, sino características visuales para su representación en vistas 3D y renders (Ver Figura 15).

En la Figura 16, se observa en el explorador de materiales las pestañas Identidad, Gráficos, Apariencia, Físico térmico. Donde se configura la imagen de textura del material asignado, el color del tinte que sirve para modificar el tono del elemento, el acabado que define la profundidad visual (rugosidad), y las propiedades físicas y térmicas que incluyen en análisis técnicos y apariencias. Cada uno de estos datos influyen en la calidad final del render, desde la resolución hasta la configuración de iluminación propuesta.

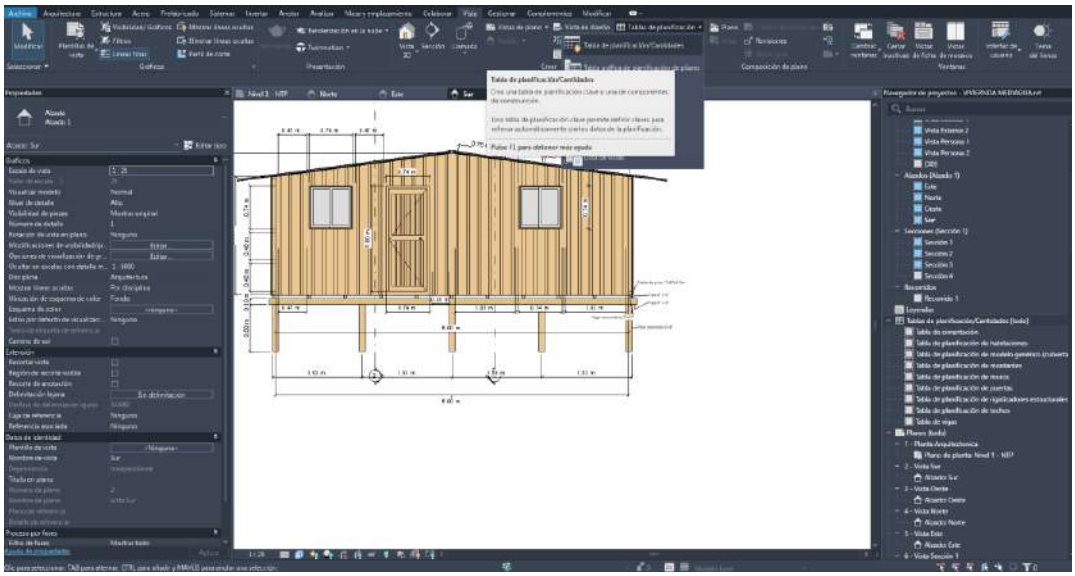
Figura 16: Vista de Propiedades de tipo y Explorador de materiales



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

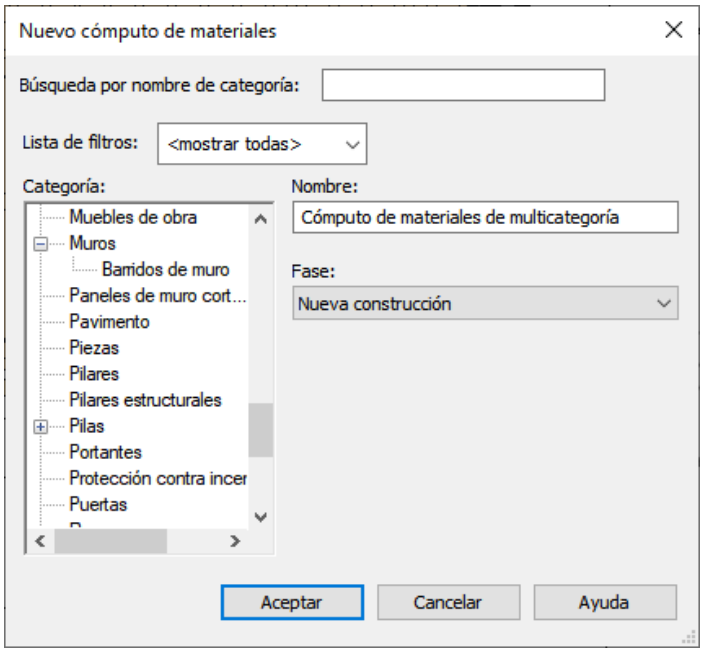
La herramienta de planificación y cantidades de Revit permite generar tablas paramétricas que consolidan la información contenida en el modelo BIM, mediante esta función se obtiene el metrado de materiales de cada componente y estructura levantada en el modelo tridimensional, calculando directamente según las características de categoría y materiales que se hayan colocado, esta función se utilizó para determinar el metrado de las cantidades de obras de cada vivienda, complementando con cálculos manuales que son necesarios para completar la información del presupuesto dividido por etapas y subetapas.

Figura 17: Vista de generación de Tabla de planificación



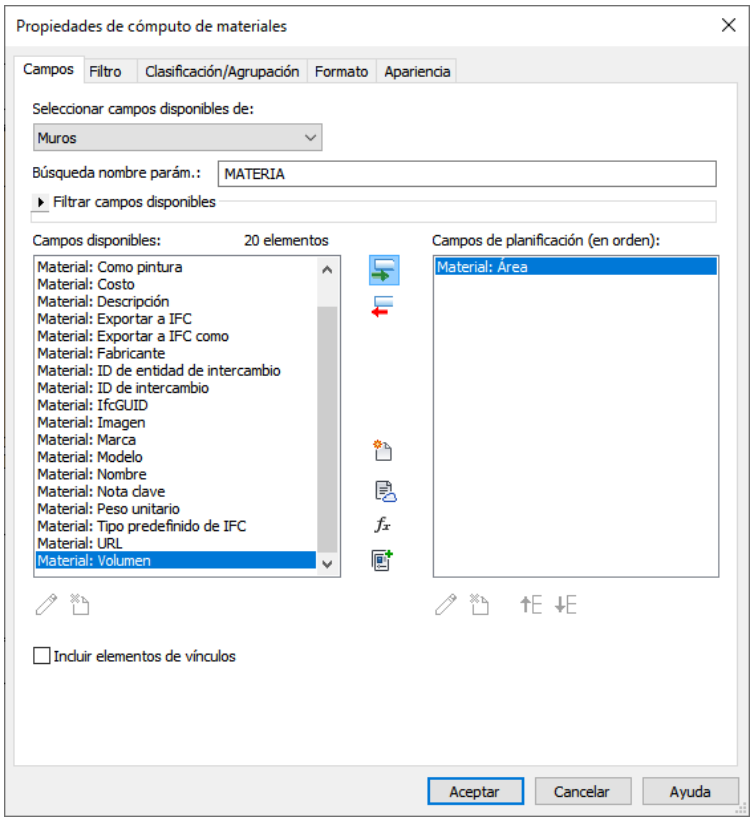
Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 18: Vista de configuración según categoría para generación de Tabla de Planificación



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

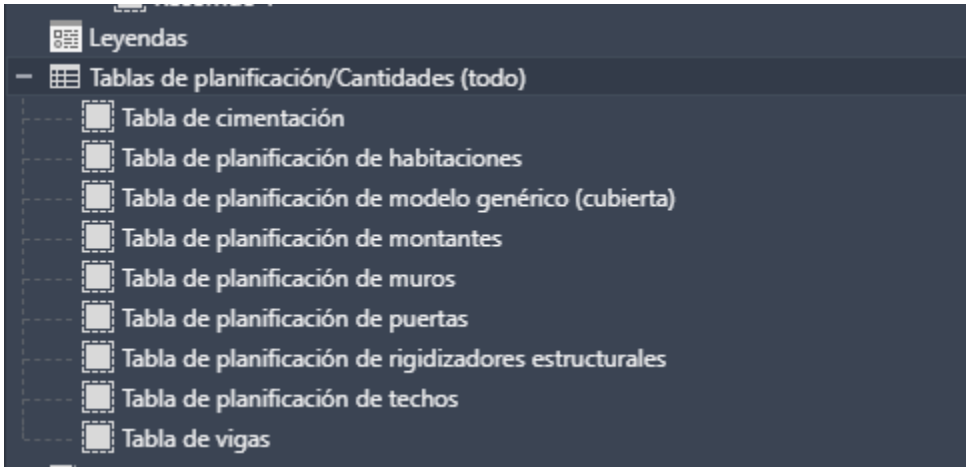
Figura 19: Vista de configuración según parámetro para generación de Tabla de Planificación



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

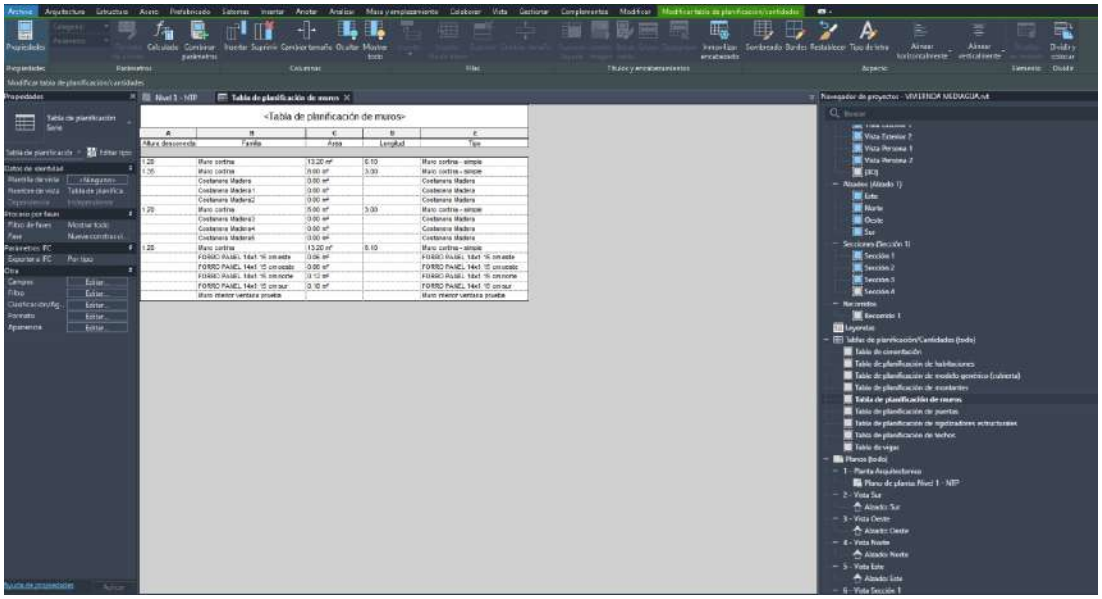
Las tablas de planificación en Revit es una herramienta fundamental para la verificación y control de los metrados generados automáticamente por el modelo BIM. Estas tablas permiten desglosar y analizar las cantidades de obras referente a cada material y elemento que componga el modelo 3D (Ver Figura 20). Para el proceso del take off y cantidades de materiales para cada una de las órdenes de trabajo y materiales de montaje necesarios, se emplearon dichas tablas, logrando calcular los resultados finales para cada alcance de obra según los recursos que se quieran.

Figura 20: Tablas de cantidades de obras generadas por Revit



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia

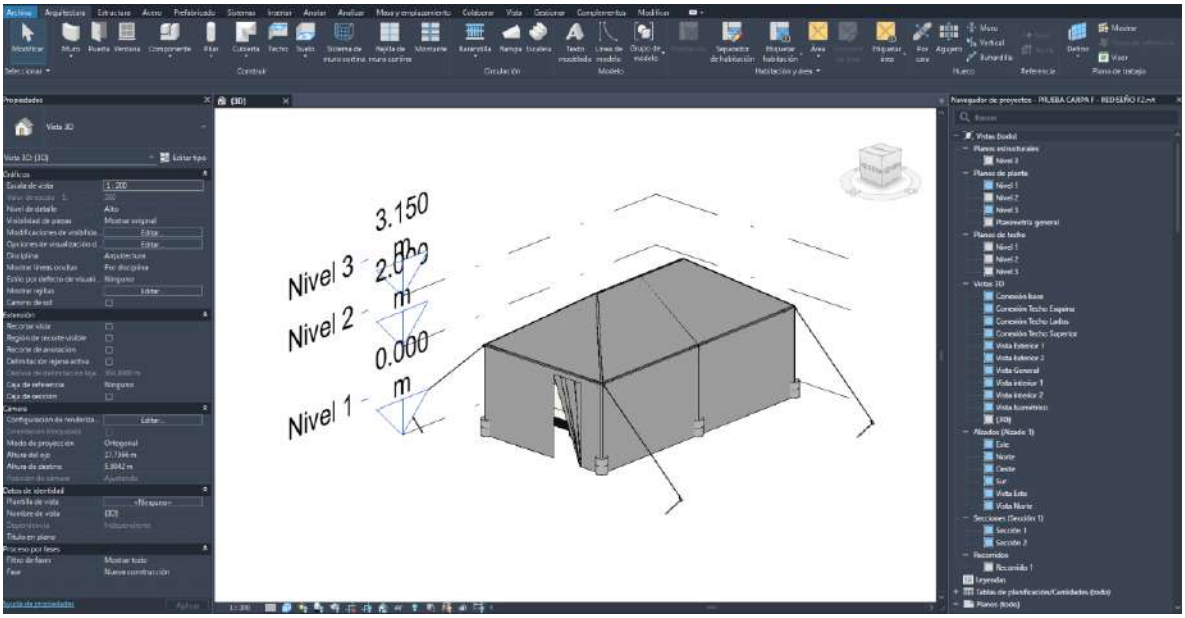
Figura 21: Vista de datos de tablas de cantidades de obras generadas por Revit



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

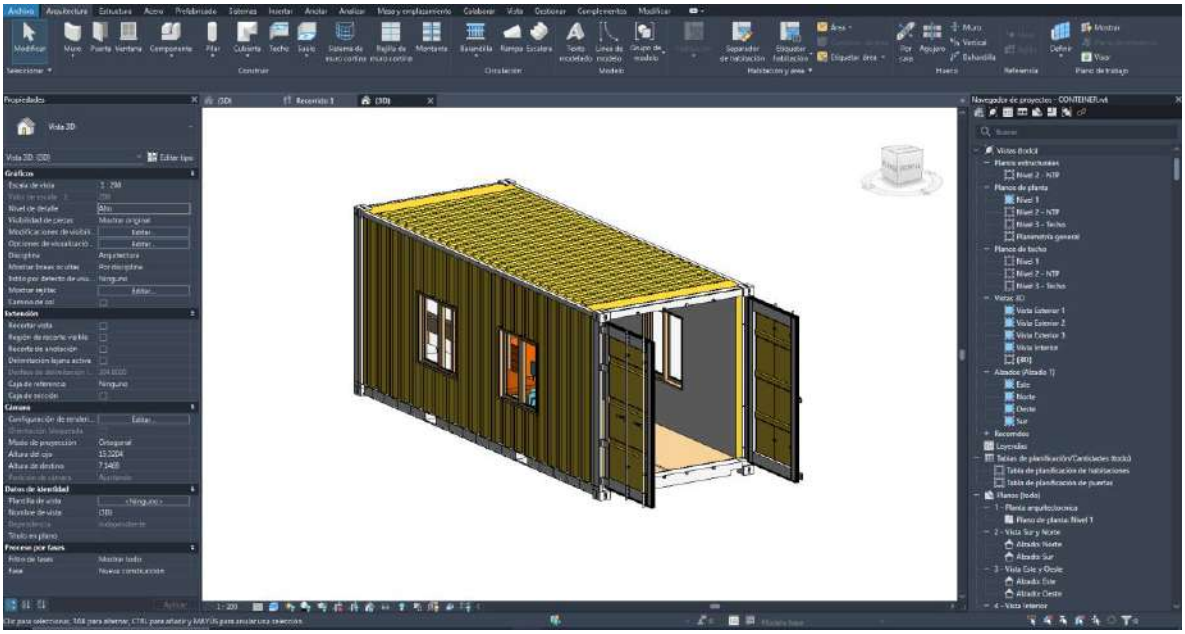
3.7.2 Vistas de modelos tridimensionales en autodesk Revit 2025

Figura 22: Vista 3D de "Modelo I – Tipo carpa" en el software Revit 2025



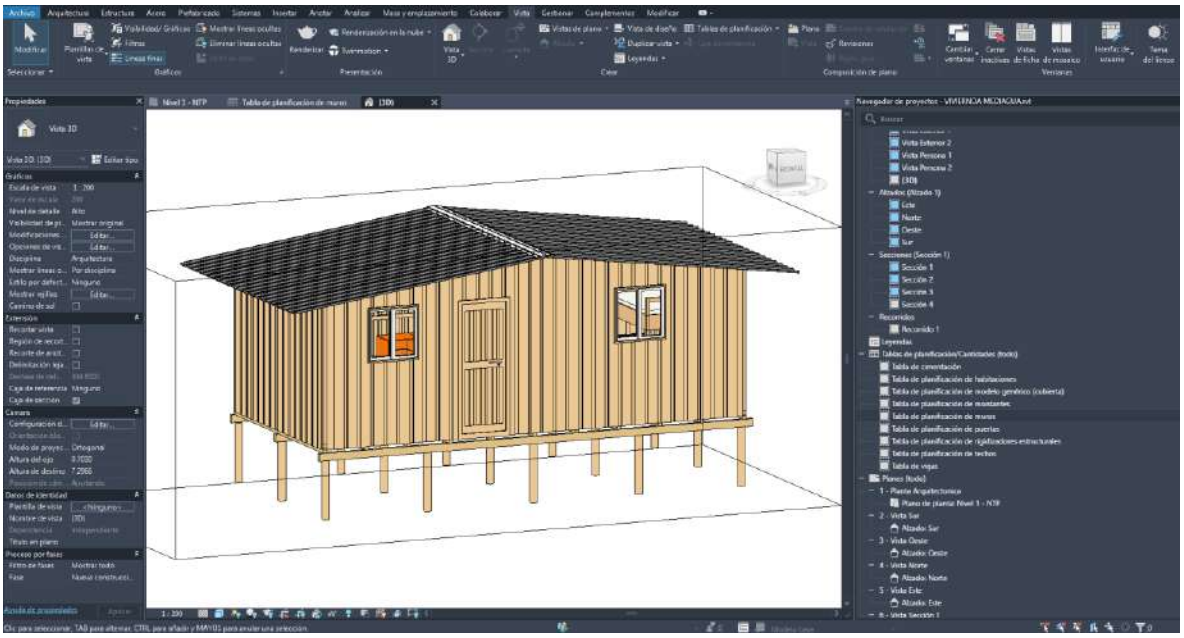
Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 23: Vista 3D de "Modelo II – Tipo contenedor" en el software Revit 2025



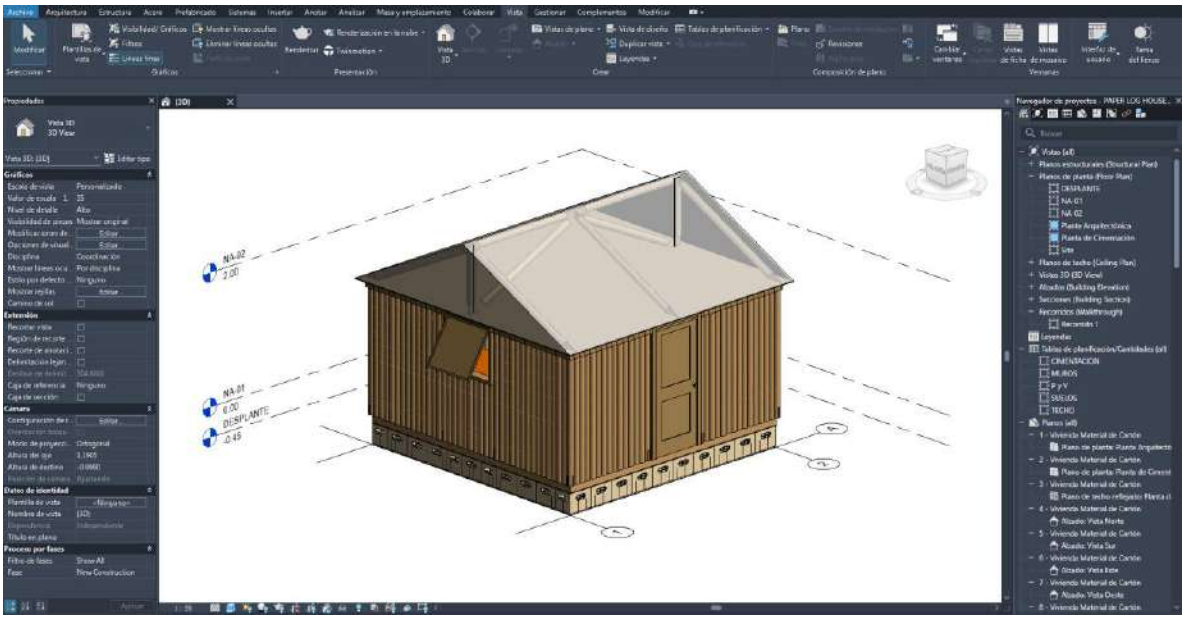
Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 24:Vista 3D de “Modelo III - Material de madera” en el software Revit 2025



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

Figura 25:Vista 3D de “Modelo IV – Material de cartón” en el software Revit 2025



Fuente: Captura de pantalla Autodesk Revit 2025. Elaboración propia.

3.8 Propuesta de ubicación

De acuerdo con la cartilla del Nuevo FISE (2017), los albergues deben permitir una rápida instalación, acceso seguro para vehículos de emergencia y distribución eficiente de servicios básicos. Por lo que se deben considerar ubicaciones conectadas a la red vial principal, lo que garantiza accesibilidad para la evacuación, el abastecimiento y la atención médica, aspectos importantes en situaciones imprevistas de emergencia.

Lamentablemente, se ha generalizado la construcción de viviendas, en zonas no aptas y sin el cumplimiento del Reglamento Nacional de Construcción, que se desarrolló a partir del terremoto del 23 de diciembre de 1972 ocurrido en Managua. Sin embargo, se deben establecer albergues según amenazas, considerando criterios técnicos para su ubicación, seguridad y número de personas a albergar.

En el caso de Managua, se propone tener módulos de viviendas para tipos de desastres como: eventos geológicos, como son los terremotos, deslizamientos, huracanes, lluvias e inundaciones. La mayoría de los estadios y canchas de la ciudad cumplen con los requisitos de selección de asentamiento, contando con la topografía e infraestructura, como cercas, gradas, rampas, accesos viales, etc.

- ***Estadios***

Los estadios cuentan con grandes zonas abiertas, topografía generalmente plana y superficies consolidadas que permiten la rápida instalación de módulos de viviendas temporales y otros servicios complementarios. Además, disponen de infraestructura preexistente como cercas perimetrales, gradas, rampas, áreas de circulación y servicios básicos, lo que contribuye a la seguridad, el control de accesos y la correcta zonificación interna.

Asimismo, la mayoría de los estadios se ubican en zonas con accesibilidad vial adecuada, respondiendo directamente a los lineamientos del SINAPRED, que recomiendan priorizar espacios con conexión a la red vial principal y cercanía a servicios urbanos esenciales.

- Estadios de deportes
- Estadio Olímpico del IND
- Estadio Thomas Cranshaw
- Estadio Nacional de Futbol de Nicaragua
- Estadio Jackie Robinson
- Estadio Infantil Roberto Clemente Walker
- Estadio San Luis

Figura 26: Mapa de zonas accesibles en Managua



Fuente: Elaboración propia

- ***Canchas***

Las canchas deportivas, al encontrarse distribuidas en distintos barrios y distritos del municipio, facilitan la atención inmediata de la población afectada sin necesidad de desplazamientos prolongados, lo cual es esencial en escenarios de desastre donde la movilidad puede verse limitada. Su reconocimiento general y cercanía a la población las convierte en puntos de refugio accesibles.

Desde el punto de vista técnico, las canchas presentan superficies despejadas, topografía adecuada y dimensiones suficientes para la instalación de módulos de vivienda temporal, cumpliendo con los criterios mínimos de asentamiento establecidos por el SINAPRED. Además, permiten una organización flexible del espacio, adaptándose a diferentes escalas de emergencia y tipos de amenaza, como inundaciones, lluvias intensas o eventos sísmicos.

Al tener este tipo de propuestas, se consideran ubicaciones que excluyan reservas naturales, áreas protegidas, implementando planes de manejos de residuos sólidos evitando contaminación del suelo, supervisando la gestión de escombros para minimizar impacto ambiental durante el desmontaje posterior, y así durante la fase de construcción tomar medidas para reducir la generación de polvo.

Se evaluarán los criterios técnicos previamente establecidos que deben cumplir los sitios propuestos para la implementación de viviendas de emergencia. Para ello, se analizarán diferentes ubicaciones de estadios, canchas y campos deportivos ubicados en la Ciudad de Managua, según la propuesta desarrolla en la Figura 26. Los espacios que cumplan con la mayoría de los criterios definidos serán clasificados como aptos para su utilización.

Mediante la Tabla 2: Criterios de evaluación comparativa se realizará la evaluación de las ubicaciones propuestas, aplicando una metodología de mapa de colores para la interpretación de los resultados, lo que permitirá visualizar de forma clara el nivel de cumplimiento de cada criterio, a partir del análisis de los datos obtenidos de los planos topográficos y de la infraestructura existente.

Tabla 2: Criterios de evaluación comparativa

Criterio Técnico	Estadio Olímpico del IND y Estadio Jackie Robinson	Estadio San Luis	Campo Sabana Grande	Campo Jorge Dimitrov	Campo Vladimir Hernández	Campo Benedicto Valverde
≤1 km vía principal	0.02 km	0.20 km	0.10 km	0.05 km	0.60 km	0.25 km
Terreno plano (1–6%)	1.40%	1.24 %	2.13%	3.94%	2.18	1.9%
Acceso a agua	Si	No	Si	Si	Si	No
Área útil superficie	20540 m²	10638 m²	3860 m²	3223 m²	8180 m²	5800 m²
Zonas de parqueo	Si	No	No	No	No	Si
Infraestructura existente	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Accesibilidad	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Seguridad ante inundaciones	Si	Si	Si	Si	No	Si

Fuente: Elaboración propia

En la comparación de los espacios deportivos propuestos que fueron evaluados, evidencia que se cumple con la mayoría de lineamientos requeridos para ser viable la utilización de las infraestructuras deportivas de la Ciudad de Managua, incluyendo que el país tiene una diversidad de áreas que cumplen las mismas características necesarias, para poder llevar a cabo la utilización la utilización de viviendas de emergencia a nivel nacional.

En las otras opciones evaluadas, los Estadios San Luis, Campo Sabana Grande, Campo Jorge Dimitrov, Campo Vladimir Hernández y Campo Benedicto Valverde, estos presentan algunas limitaciones en la capacidad y en la extensión de su superficie.

En términos generales, estos espacios deportivos son espacios potenciales para su uso en planes de emergencias, teniendo en cuenta, que su selección deberá complementarse con estudios específicos de riesgos y planificación logística previa, garantizando condiciones de seguridad, habitabilidad y funcionalidad conforme a lineamientos de SINAPRED y normas técnicas estudiadas.

3.9 Micro planificación de viviendas temporales

Se desarrolló una propuesta de distribución interna de un tipo de vivienda temporal para diferentes sitios considerando los criterios de seguridad y organización espacial. En el diseño se estableció una separación de 3 metros entre cada módulo, superando el mínimo normativo de 2 metros recomendado para reducir el riesgo de propagación de incendios y facilitar la circulación peatonal.

Además, se contemplan zonas definidas dentro del refugio como parqueos y área de logística ubicadas estratégicamente cerca de la entrada para descarga de suministros e ingreso de vehículos, adicionalmente, se integró un punto central de reunión y área de convivencia como espacio seguro para la organización comunitaria, distribuciones de ayuda y reuniones informativas. Esta configuración busca garantizar el cumplimiento de parámetros normativos para refugios.

Con el objetivo de evaluar la viabilidad espacial de las propuestas de viviendas temporales en situaciones post-desastre, se realizó un análisis de capacidad de implantación tomando como referencia el área útil disponible de diferente estadios y campos deportivos. Para ello, se consideró únicamente la superficie efectiva (área de terreno y zonas libres aptas para ocupación), excluyendo graderías, circulaciones principales y áreas no aptas para instalación.

A partir del área de cada modelo de vivienda (ver tabla 2: Área ocupacional de los modelos), incluyendo los espacios mínimos de separación para circulación y seguridad, se efectuó un cálculo que permitió estimar la cantidad límite de unidades que podrían instalarse sin generar interferencias funcionales ni riesgos operativos.

Se realizaron propuestas de implementación de los modelos de viviendas temporales en lugares como estadios, canchas y campos deportivos pertenecientes a la ciudad de Managua. Cabe destacar que estas localidades se han tomado como referencia; sin embargo, los modelos pueden ser replicados en los diferentes departamentos, municipios o comarcas del país, siempre y cuando se consideren los espacios disponibles y los requerimientos necesarios para su implementación.

En primer lugar, se revisó la superficie efectiva del terreno, es decir, el área total del sitio con zonas libres aptas para la ocupación. Posteriormente, se extrajeron datos relevantes como el área total requerida, que incluye el área de la vivienda más el área de separación entre ellas para garantizar espacios de circulación. Finalmente, se realizó una estimación aproximada de la cantidad de viviendas que pueden implementarse en los sitios propuestos (estadios y campos deportivos destinados a béisbol y fútbol).

A continuación, en la Tabla 3 se presenta el área ocupacional correspondiente a cada uno de los modelos de viviendas temporales analizados en el estudio.

Tabla 3: Área ocupacional de los modelos

Modelo de Vivienda	**Área por Vivienda (m²)**
Carpa	26.46 m²
Contenedor	17.95 m²
Mediagua	27.80 m²
Paper Log House	18.86 m²

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la Tabla 4 que se presenta a continuación se comparan cuatro sitios e incluye imágenes de la distribución de los diferentes modelos de viviendas temporales de emergencia. La selección de estos espacios y la asignación de los tipos de viviendas se realizó de manera aleatoria, con el propósito de demostrar la capacidad aproximada de adaptación y organización de los módulos habitacionales dentro de las áreas amplias disponibles en los distintos distritos de la ciudad de Managua.

Es importante señalar que, en una situación real, la decisión sobre el sitio de albergue y el tipo de vivienda a implementar dependerá directamente de los planes de respuesta ante emergencias desarrollados por las instituciones competentes. Estos planes consideran variables como el tipo de desastre natural, las condiciones del terreno, la disponibilidad de infraestructura, el transporte y las necesidades de la población afectada en el contexto post-desastre.

Tabla 4: Capacidad de viviendas por ubicaciones propuestas

Ubicación propuesta	Vivienda propuesta	Área por Vivienda utilizado (m²)	Área de Separación (m²)	Área Total Requerida por Unidad (m²)	Área Útil del Estadio (m²)	Cantidad Máxima de Viviendas (und)	Observaciones
Estadio Olímpico del IND (Instituto Nacional de Deportes)	Carpa	26.46	58.48	84.94	10,345.86	60	Complejo deportivo multifuncional que combina una pista atlética de superficie sintética roja con un campo central de césped destinado al fútbol. Es sede de la Federación Nicaragüense de Atletismo y del club Managua FC
Anexo Campo IND (Estadio Jackie Robinson)	Contenedor	17.95	38.4	56.35 m^2	10,192.78	116	Recinto deportivo con un campo de béisbol, rodeado por cercado perimetral, el terreno presenta un uso compartido para partidos de fútbol, lo que evidencia su carácter multifuncional.
Campo de Béisbol san Luis Sur	Mediagua	27.80	42.32	70.12 m^2	10,638.74	89	El campo presenta una forma tradicional rectangular adaptada al diamante de juego. El suelo es mayormente seco, con nula cobertura de césped.

Parque Jorge Dimitrov	Paper Log House	18.86	35.06	53.92	3,160.02	34	Espacio comunitario amplio con superficie de tierra, utilizado principalmente como área recreativa. Su forma es abierta y rectangular, a un costado posee una cancha rectangular. En su entorno se encuentra el *Puesto de Salud Jorge Dimitrov*.

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de la distribución de viviendas temporales se utilizaron diferentes infraestructuras deportivas como espacios potenciales para la instalación de albergues, ya que estos lugares presentan áreas abiertas, accesos definidos y disponibilidad de infraestructura básica, lo que facilita la organización de asentamientos temporales en situaciones de emergencia.

En el primer caso de estudio se tomó el Estadio Olímpico del Instituto Nicaragüense de Deportes (IND), el cual cuenta con un área aproximada de 10,345.86 m². En este espacio se planificó la instalación de viviendas temporales tipo carpa, logrando una capacidad estimada de 60 unidades habitacionales.

La distribución propuesta considera un ordenamiento funcional que permite el acceso, la circulación interna de los refugiados, además de mantener espacios destinados a convivencia comunitaria y áreas de reunión. Asimismo, se contemplan rutas de evacuación libres de obstáculos, garantizando condiciones básicas de seguridad y movilidad dentro del asentamiento.

En la Figura 27: Plano de distribución de vivienda tipo carpa y tipo contenedor en Estadio Olímpico del IND y Estadio Jackie Robinson respectivamente (D-I), se muestra la distribución en el Estadio Jackie Robinson, ubicado como anexo sur del complejo deportivo del IND, que posee un área aproximada de 10,192.78 m². Para este espacio se propuso la implementación del modelo de vivienda tipo contenedor, alcanzando una capacidad aproximada de 116 unidades habitacionales.

Este caso presenta la mayor capacidad de alojamiento dentro de los ejemplos analizados, debido a que las viviendas tipo contenedor poseen una menor área de ocupación individual y una mayor eficiencia en su disposición espacial, lo que permite optimizar el uso del terreno disponible sin comprometer las áreas destinadas a circulación, convivencia y evacuación.

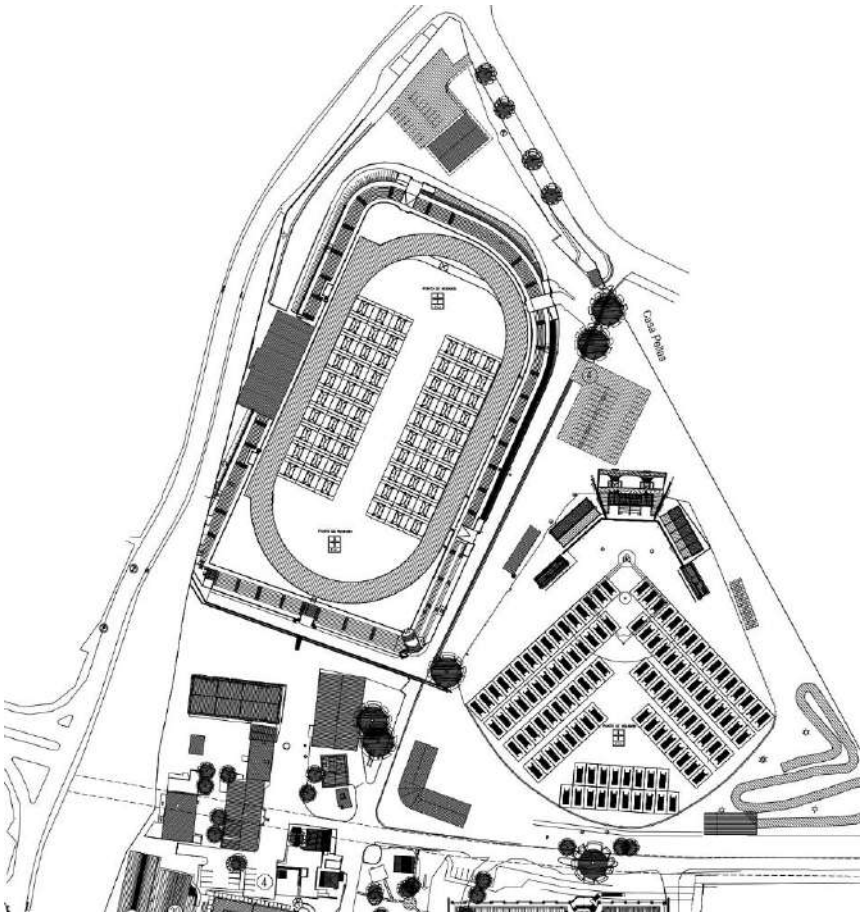
Por otro lado, en el Campo de Béisbol San Luis Sur, con un área estimada de 10,638.74 m², se propuso la utilización del modelo de vivienda temporal Mediagua. Según el diseño de distribución planteado (ver Figura 28), este espacio podría albergar aproximadamente 89 unidades habitacionales. La propuesta mantiene criterios similares a los aplicados en los casos anteriores, tales como la organización por sectores y la incorporación de áreas comunes.

Para ejemplificar la utilización de espacios deportivos de menor escala en barrios, se analizó el Parque Jorge Dimitrov, que cuenta con un campo de tierra de aproximadamente 3,160.02 m². En este caso se propuso la implementación de viviendas temporales tipo Paper Log House (ver Figura 29), alcanzando una capacidad estimada de 34 unidades habitacionales. Este ejemplo evidencia que, a medida que disminuye el área disponible, el diseño se vuelve más complejo, ya

que se debe equilibrar la cantidad de viviendas con la necesidad de mantener espacios libres para circulación, organización por sectores y áreas comunitarias.

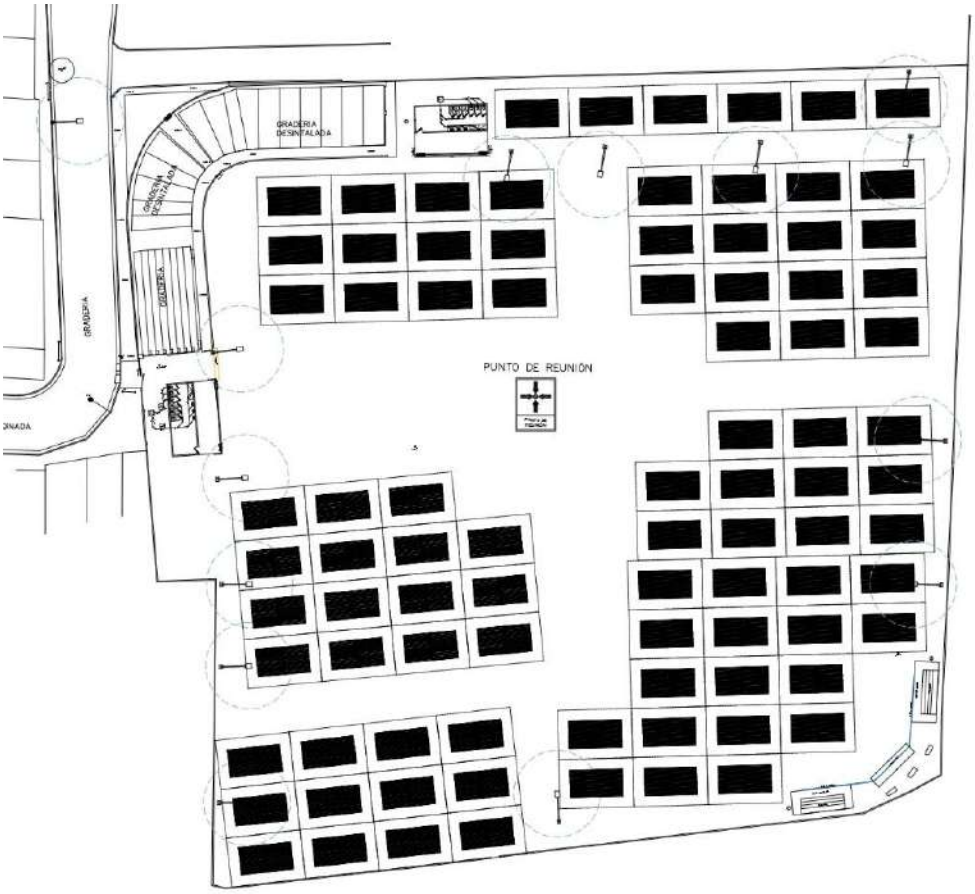
Como ejemplo que se puede usar como referencia son los plano de distribución de módulos de vivienda temporales dentro de la superficie de diferentes espacios deportivos, proponiendo un solo tipo de vivienda por espacio para facilitar el análisis ocupacional que puede llegar a haber en el número de viviendas máximas según el tamaño del área del sitio, pero es de libre decisión determinar el modelo de vivienda y su distribución en dependencia de las circunstancias post-desastres que se lleguen a generar.

Figura 27: Plano de distribución de vivienda tipo carpa y tipo contenedor en Estadio Olímpico del IND y Estadio Jackie Robinson respectivamente (D-I)



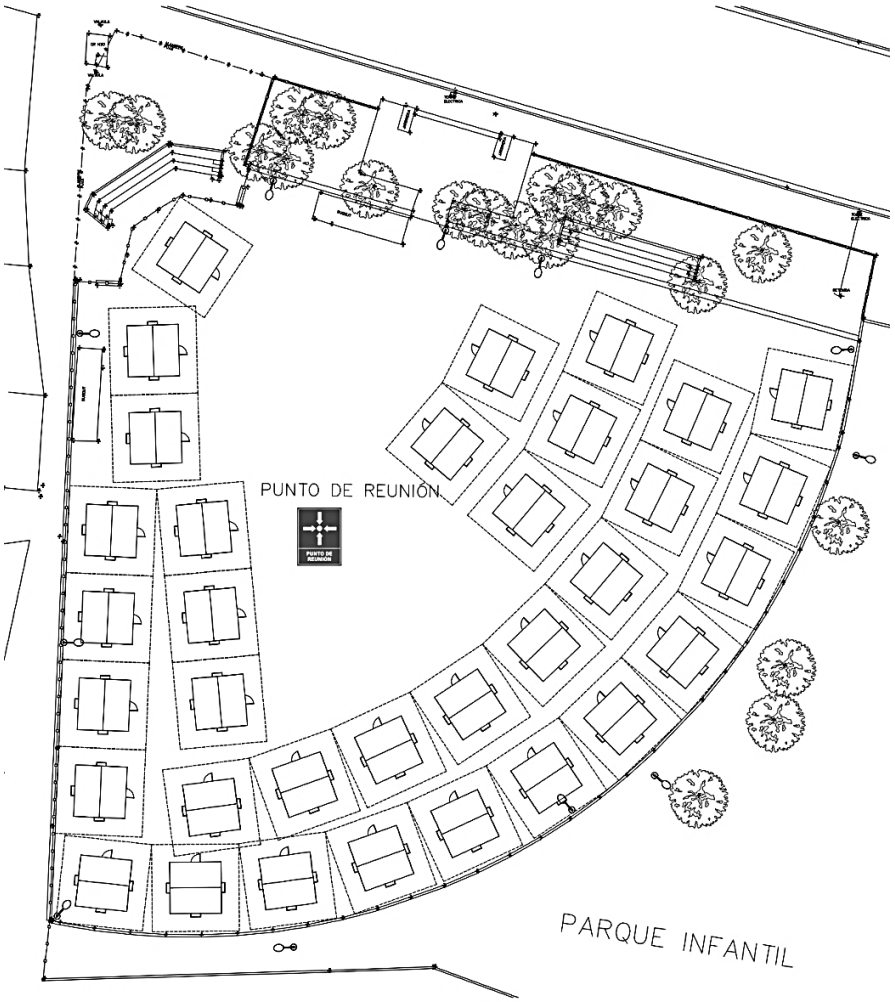
Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Plano de distribución de vivienda Mediagua en Estadio San Luis(D-IV)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29: Plano de distribución de vivienda Paper Log House en Campo deportivo Dimitrov (D-IV)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30: Vista en 3d de microplanifación sobre campo deportivo en la ciudad de Managua



Fuente: Elaboración propia

3.10 Costo y presupuesto

3.10.1 Metodología para determinar costos

A partir de los modelos creados con Revit y generados los planos, se determinarán las características para cada vivienda de diferentes materiales a analizar. Luego, se procederá a cuantificar los elementos que conforman cada material, sea prefabricado o necesario para el ensamblaje final del módulo. (Ver anexos, Conjunto de planos Pág. I).

Se elaborará un resumen general de resultados organizado conforme al índice de etapas y subetapas, para obtener los datos necesarios para estudiar las cantidades se utilizó la función de analizar informes de un modelo por medio de Revit, generando la “tabla de planificación de componentes de edificación”, es decir, la tabla de cantidades de obras totales con el fin de mantener un control claro y ordenado de la información recopilada para su debido análisis, muy útil como en el caso del análisis de la vivienda de madera Mediagua, que utiliza diferentes segmentos de distintos tamaños, logrando así obtener una longitud total exacta de los materiales necesarios para su construcción.

Para la recolección de costos de materiales, se recurrirá a fuentes primarias, contactando directamente a responsables de ventas de distribuidoras de materiales de construcción, así como los precios de mano de obra del mercado. Una vez realizado el take off y determinados los costos unitarios de los elementos prefabricados como costos de componentes independientes, se procederá al cálculo de costos directos e indirectos de cada módulo.

El tiempo de cada proyecto se calculará en base al tipo y complejidad de la fabricación de los componentes prefabricados. Los tiempos proyectados para construir las viviendas temporales en caso de desastres naturales, será aproximadamente menor a un día, siendo cada vivienda un tiempo diferente en base a la complejidad y cantidad de componentes a utilizar.

3.10.2 Costos Indirectos

Debido a su enfoque social y humanitario para con la población afectada por desastres, se excluyen los costos indirectos, ya que se prevé un sistema de construcción ejecutado con apoyo de entes gubernamentales y participación comunitaria.

La mano de obra de la construcción de los módulos será realizada por personas de la misma comunidad de apoyo, con poca o ninguna experiencia de construcción y, de ser posible, por personal con habilidades constructivas bajo orden del estado, dirigidos por un manual instructivo diseñado para dirigir, manejar y supervisar el levantamiento de los módulos de viviendas de emergencia con los debidos elementos prefabricados. Así mismo, las herramientas necesarias y las actividades que componen el proceso que conlleva el montaje se consideran dentro del esquema operativo mencionado anteriormente.

En el mantenimiento, una vez ejecutadas, instaladas o en resguardo las viviendas temporales, es asumido también por la Alcaldía de Managua como parte de la respuesta institucional ante emergencias, estos costos asociados de dichas actividades no entran en el presupuesto base de fabricación de partes prefabricadas, ya que estos dependen directamente de factores variables como las condiciones climáticas, intensidad de su uso y tiempo de almacenaje, por esta razón, el mantenimiento se deberá contemplarse en un presupuesto complementario destinado a actividades específicas que se requiera.

De igual manera, el gasto por transporte se excluye por su alta variabilidad según su localización y condiciones del desastre, lo que resulta en el seguimiento del esquema propuesto donde no se altera la comparativa técnica de los modelos de vivienda. La Alcaldía de Managua dispone de equipo de transporte pesado, el abastecimiento de combustible puede realizarse mediante gasolinera privadas y autorizadas a la hora de llegar a reabastecer el equipo que lo necesite, esto en una situación post-desastre entra en la categoría de presupuestos asignados por planes de respuesta ante desastre naturales, lo cual se gestionaría de forma independiente al presupuesto para la construcción de viviendas.

En consecuencia, el único costo indirecto que se podría considerar corresponde al almacenaje de los materiales de los modelos y sus respectivas partes prefabricada, lo cual no representa una dificultad desde el punto de vista técnico. Esto se debe a que la Alcaldía de Managua, en conjunto con otras instituciones públicas, dispone de infraestructura existente como talleres, bodegas y áreas de resguardo adecuadas para el almacenamiento temporal módulos.

3.10.3 Análisis de estructura de desglose del trabajo con propuesta de línea base.

El análisis de duración de actividades para el montaje de cada vivienda fue organizado mediante una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) elaborada en el software Microsoft Project, lo que permitió ordenar de forma clara las diferentes etapas y subetapas necesarias para la construcción de cada modelo de vivienda temporal. A partir de esta planificación se puede aplicar, en un proceso real de ejecución, la teoría de la línea base, la cual consiste en establecer una referencia inicial de tiempos y costos del proyecto que sirve como punto de comparación durante su desarrollo.

En este estudio los tiempos planteados corresponden a una propuesta teórica, por lo que en una situación real de construcción pueden variar dependiendo de factores como disponibilidad de acceso o recursos, condiciones del terreno, clima o logística de ejecución. Debido a que las duraciones por actividad son cortas, resulta difícil determinar posibles adelantos o retrasos en cada una. Sin embargo, la aplicación de una línea base permite mantener un control general de las fases del proyecto, siguiendo una planificación lineal basada en actividades que obligadamente dependan unas de otras.

De esta manera, la línea base funciona como una guía que ayuda a verificar que cada etapa se ejecute en el orden previsto y dentro de los parámetros estimados. Esto facilita el control y seguimiento del proceso constructivo, permitiendo identificar si alguna actividad se desvía de la planificación y asegurando que la secuencia de trabajo mantenga una coordinación adecuada entre las distintas fases del proyecto.

3.11 Modelo I: Tipo Carpa

- **Metrados y análisis de costos**

Etapa 010 – preliminares

En esta primera etapa se adecuará el terreno y se establecerá las condiciones necesarias para iniciar la instalación de las piezas a utilizar para la construcción de la vivienda de lona, obteniendo resultado del área de la base a trabajar.

Subetapa 01 - limpieza inicial

En esta vivienda es muy importante la limpieza del área, este diseño no incluye piso que separe el terreno natural de las personas. Para este cálculo, se contempla una ampliación de 2 metros a cada lado del área útil de la vivienda, según planos la superficie base es de 6 m x 3 m con un total de 18 m², permitiendo un sobreancho operativo de 8 m x 5 m, generando un total de 40 m² de superficie.

Subetapa 02 - trazo y nivelación

Se definen ejes y puntos de referencia que delimitaran el perímetro. Se agrega un margen alrededor del replanteo de los ejes, dejándolo en 0.50 m para trabajar en tres ejes tenemos: (6m + 6m + 3m + 3m) x 0.5m = 9.00 m²

Se identifica un punto de referencia, servirá como guía para diferentes ejes y se genera una retícula rectangular de 6 metros largo por 3 metros ancho, con una cinta, marcando ejes con ángulo recto y la distancia entre ellas coincida para colocar cimientos de baldes de concreto como base de contrapeso de concreto.

Etapa 020 - movimiento de tierra

En esta etapa se realizarán las actividades con el objetivo de hacer una breve limpieza de obstáculos que impidan realizar dicha construcción, además se pondrán los anclajes temporales como los baldes de concreto y platinas.

Subetapa 01 – descapote

Se debe realizar una limpieza del terreno, para la remoción de malezas y materia vegetal de la capa superficial del terreno para mejor distribución de las viviendas y elementos que requiere cada módulo. Se prevé que la superficie del terreno seleccionado para construir las viviendas de emergencia es de suelo firme y plano. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo carpa Lámina 1).

Vol. descapote = (Área descapote) x (profundidad corte) x (factor abundamiento)

Vol. descapote = (18 m^2)x(0.15 m)x (1.20) = 3.24 m^3

Etapa 030 – fundaciones

Contempla todos los pasos a considerar para la instalación de 6 bases, siendo los 6 baldes de concreto.

Subetapa 031 – otros tipos de fundaciones

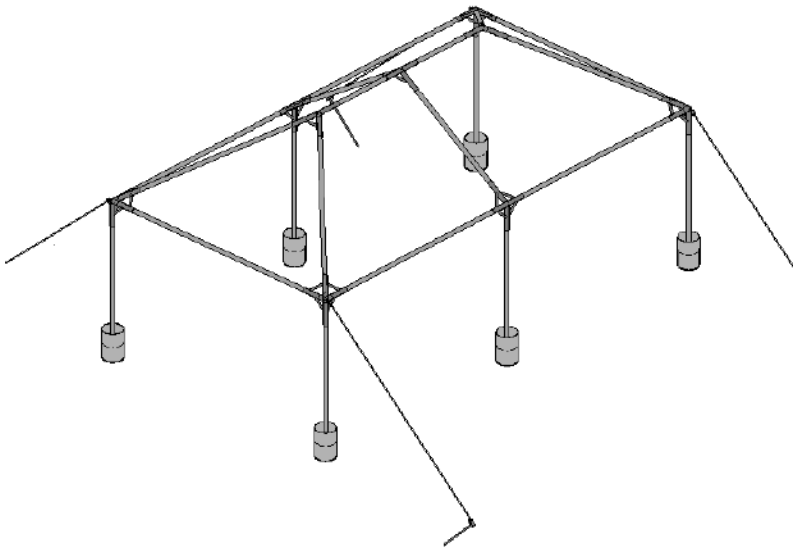
La estructura se fija mediante un anclaje de contrapeso de concreto pobre (1:3:4), utilizando baldes rellenos de mezcla en las esquinas de la carpa, para garantizar estabilidad de la carpa frente a cargas de viento y movimientos accidentales, se los baldes como base de las columnas de tubo redondo con crucetas de varilla corrugada #3 en el claro largo de la carpa. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo carpa Lámina 2).

Etapa 040 – estructuras de acero

Subetapa 041 – columnas y vigas de acero

La estructura interna de la carpa está hecha de tubo metálico redondo galvanizado de Ø 1 ¼”, la colocación y fijación de columnas con vigas utilizando las conexiones de tubo Ø 1 ½” se debe asegurar la alineación y estabilidad utilizando un enlazado con varilla lisa ¼”. Este tipo de estructura (Ver Figura 31) permite una rápida instalación, manteniendo la estabilidad mediante un sistema de viga columna de sujeción reforzada en las uniones laterales y superiores. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo carpa Lámina 3).

Figura 31: Vista 3D de estructura interna de tubos metálicos



Fuente: Elaboración propia

- Longitud de columnas = 6 x 2+3 x 2+2 x 6+2.45 x 2+2.6 = 37.5 m = 6.25 m
- 7 und de Tubo galvanizado Ø 1-1/2" x 1/8"
- 4 tipos de conexiones = 1.63 m
- 2 und de Tubo galvanizado Ø 1-1/4" x 1/8"
- Cada conexión tiene refuerzos diagonales = 1.8 m
- 1 und de Tubo galvanizado Ø 3/4"

Etapa 050 – paredes especiales

Subetapa 051 – otro tipo de paredes

Se contempla la instalación de las paredes con lona de uso rudo, diseñada para resistir la exposición a la intemperie, humedad y desgaste. Este tipo de paredes tienen como propósito proteger el interior de la estructura contra el viento, la lluvia y el polvo, garantizando condiciones adecuadas de habitabilidad a pesar de ser una vivienda temporal. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo carpa Lámina 8).

La lona se coloca en todo el perímetro de la carpa, cubriendo los cuatros lados exteriores, además, se incluye una partición central que divide el espacio interior

en dos módulos 3 x 3 metros, generando dos áreas independientes dentro del mismo claro largo.

Cálculo de área de paredes: (6 m + 6 m + 3 m + 3 m) x 2 m + 3 m x 2 m = 42 m²

Etapa 060 – techos y fascias

Subetapa 061 – otros tipos de cubiertas

Se contempla que la cubierta de la vivienda es de lona, este protege el interior de la estructura contra lluvia, sol y viento, se conforma de sección triangular y de trapezoide siguiendo la forma de la estructura interna con tubos unidos a ambos extremos, formando sección de cuatro aguas, diseño que favorece el escurrimiento de agua, evitando acumulación y reduce deformaciones, aumento de peso o filtraciones. Dando un total de área de 23.4 m² para la cubierta de techo.

La lona se tensa firmemente sobre una estructura de soporte de madera, unida mediante una argolla de amarre con varilla lisa Ø 1/4”, los extremos inferiores de la lona se aseguran al marco principal de vigas para garantizar resistencia frente a ráfagas de viento. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo carpa Lámina 8).

Etapa 070 – carpintería fina

Subetapa 071 – muebles

Suministro y ubicación de 6 camas tipo tijera, 3 en cada submódulo, mobiliario destinado para descanso de personas damnificadas, proporcionando una solución práctica, que optimiza el espacio gracias a su diseño plegable, además de ser económico, con opción de ampliar el número final de camas totales por modulo.

Subetapa 072 – mesas

Suministro de 1 mesa de madera en cada submódulo, utilizada como comedor, constituyendo a punto central para el desarrollo de actividades cotidianas dentro de una vivienda temporal, su material garantiza durabilidad y terminación adecuada cual sea su uso.

Subetapa 073 – sillas

Incluye acomodo de 8 de plásticos, 4 en cada comedor, complementando el mobiliario necesario, proveyendo asientos para uso de la mesa, optando material por su bajo costo, resistencia al uso y facilidad de limpieza.

Etapa 080 – puertas

Subetapa 081 – puertas especiales

Se realiza un corte en la parte posterior del claro de 3 m con dimensiones de 1.90 m x 0.80 para la creación de una puerta tipo cortina, que se puede cerrar fácilmente mediante sujeción de cuerdas incluidas en la parte de la puerta que deben ser enlazadas a las paredes de lona. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo carpa Lámina 7).

3.11.1 Costo de vivienda

Los elementos prefabricados a utilizar en este módulo serán la estructura metálica interna, la lona para cubrir paredes y techo, y demás elementos para fijación. Puesto que la estructura será prefabricada, se establecerán lineamientos técnicos, alcances y requerimientos de materiales, detallando los procesos constructivos y aspectos necesarios para la correcta fabricación de los elementos.

Incluyen el número de materiales a utilizar calculados obtenidos a partir del análisis de materiales y componentes de la tabla de Revit “Tabla de planificación de componentes de edificación” definiendo a través del modelo la cantidad de materiales necesarios, determinando un presupuesto de fabricación incluyendo la mano de obra necesaria.

Dejando en claro, que la estructura será utilizada cuando llegue el momento de un siniestro, donde se trasladaran todos los insumos para el correcto levantamiento de la vivienda de emergencia con partes prefabricada.

Tabla 5: Orden de trabajo de fabricación de estructura y confección de lona en modelo tipo carpa.

ITEM	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTOS	
				UNIT.	TOTAL
01	**CARPA**				
1.1	Fabricación de estructura metálica interna de carpa 16 m x 3 m con tubo metálico Ø 1 1/4" para elementos principales de vigas y columnas, con tubo metálico Ø 1 1/2" para componentes de conexión, con un amarre de varilla lisa 1/4" en perforación de elementos para el anclaje de ambos elementos, con refuerzos diagonales en cada conexión con tubo metálico de Ø 3/4". Incluye: corte, armado y fijación de elementos según especifica planos, instalación de arandelas de varilla lisa 1/2" para amarre de cubierta de lona. Instalación de placas en la base de los baldes para fijación con tubos de estructura principal. Fabricación de estacas con varilla lisa 1/4" amarrado con nylon 1/2" para asegurar la estructura. Fijación con crucetas de var #3 soldada a tubo principal para conexión con baldes de concreto.	und	1.00	C$ 16,434.00	C$ 16,434.00
1.2	Fabricación de cubierta de lona sobre estructura metálica de carpa. Incluye: corte y confección de lona impermeable color blanca, según diseño de estructura interna de carpa, realizar doblado perimetral reforzado con costura doble garantizando resistencia y durabilidad, creación de puerta tipo cortina, ajuste, y acomodo de lona, con acabado firme, tensado y estético.	m2	65.40	C$ 150.00	C$ 9,810.00
					C$ 26,244.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Orden de trabajo de panel de paredes prefabricados para modelo tipo carpa.

N°	DESCRIPCIÓN MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	Tubo galvanizado Ø 1-1/2" x 1/8" CH-11	und	2.00	C$ 1,530.00	C$ 3,060.00
02	Tubo galvanizado Ø 1-1/4" x 1/8" CH-11	und	7.00	C$ 1,329.00	C$ 9,303.00
03	Tubo galvanizado Ø 3/4" CED 40 CH-11	und	1.00	C$ 1,269.00	C$ 1,269.00
04	Lámina 4x10ftx1/8" CH-11	und	6.00	C$ 120.00	C$ 720.00
05	Electrodo 6011-1/8"	lb	3.00	C$ 160.00	C$ 480.00
06	Broca para metal de acero Ø 1/4"	und	2.00	C$ 95.00	C$ 190.00
07	Disco corte fino de Ø 9"	und	1.00	C$ 360.00	C$ 360.00
08	Disco de pulir de Ø 9"	und	1.00	C$ 350.00	C$ 350.00
09	Varilla lisa Ø 1/4"	und	1.00	C$ 106.00	C$ 106.00
10	Varilla corrugada Ø 3/4	und	1.00	C$ 190.00	C$ 190.00
11	Nylon 1/2"	m2	20.00	C$ 100.00	C$ 2,000.00
12	Balde de plástico *(reciclado)	und	4.00	C$ 0.00	C$ 0.00
13	Cemento	bolsa	0.50	C$ 480.00	C$ 240.00
14	Arena	m3	0.05	C$ 500.00	C$ 25.00
15	Grava	m3	0.06	C$ 850.00	C$ 51.00
16	Lona de uso rudo	m2	66.00	C$ 100.00	C$ 6,600.00
					C$ 24,944.00

Fuente: Elaboración propia

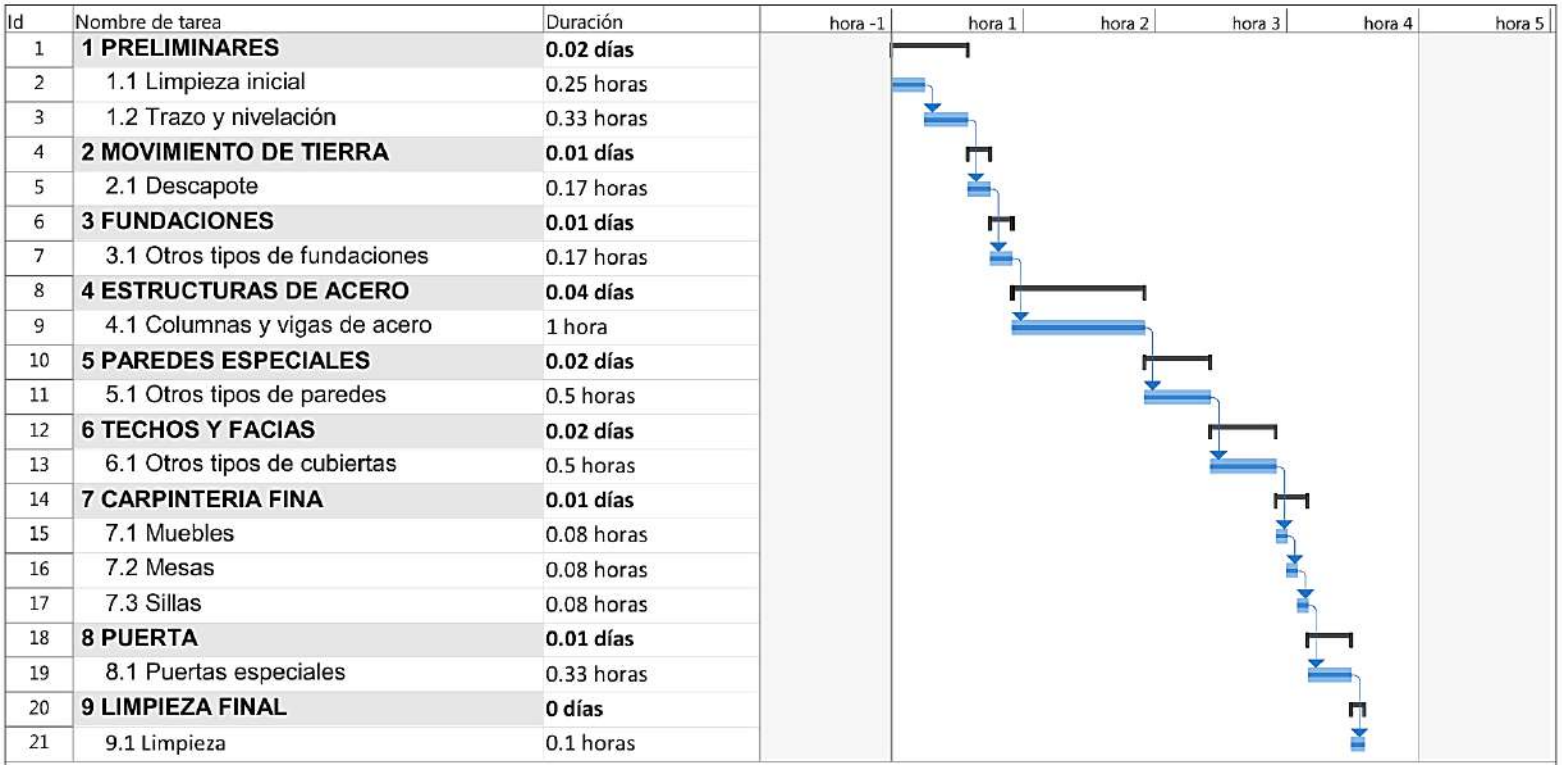
Tabla 7: Duración de actividades para modelo tipo carpa

ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	DURACIÓN ACTIVIDAD (HORAS)
010	**Preliminares**			
01	Limpieza inicial	m²	40	0.25
02	Trazo y nivelación	m²	9	0.33
020	**Movimiento de tierra**			
01	Descapote	m³	3.24	0.17
030	**Fundaciones**			
01	Otros tipos de fundaciones	und	6	0.17
040	**Estructuras de acero**			
01	Columnas y vigas de acero	m	49.1	1
050	**Paredes especiales**			
01	Otros tipos de paredes	m²	42	0.5
060	**Techos y fascias**			
01	Otros tipos de cubiertas	m²	23.4	0.5
070	**Carpintería fina**			
01	Muebles	und	1	0.08
02	Mesas	und	1	0.08
03	Sillas	und	4	0.08
080	**Puerta**			
01	Puertas especiales	und	1	0.33
090	**Limpieza final**			
01	Limpieza	glb	1	0.1
				3.60

Fuente: Elaboración propia

La duración de instalación completa del modelo de vivienda tipo carpa se estructura mediante una línea critica lineal, debido a la naturaleza secuencias de las actividades, cada una depende directamente de la finalización de la anterior, desde la preparación del terreno hasta la instalación del mobiliario básico, la duración total del montaje es aproximadamente 3.26 horas (3 horas y 15 minutos) lo que demuestra la eficiencia del modelo como solución rápida en situaciones de emergencia.

Figura 32: Ruta crítica para modelo tipo carpa



Id	Nombre de tarea	Duración
1	**1 PRELIMINARES**	**0.02 días**
2	1.1 Limpieza inicial	0.25 horas
3	1.2 Trazo y nivelación	0.33 horas
4	**2 MOVIMIENTO DE TIERRA**	**0.01 días**
5	2.1 Descapote	0.17 horas
6	**3 FUNDACIONES**	**0.01 días**
7	3.1 Otros tipos de fundaciones	0.17 horas
8	**4 ESTRUCTURAS DE ACERO**	**0.04 días**
9	4.1 Columnas y vigas de acero	1 hora
10	**5 PAREDES ESPECIALES**	**0.02 días**
11	5.1 Otros tipos de paredes	0.5 horas
12	**6 TECHOS Y FACIAS**	**0.02 días**
13	6.1 Otros tipos de cubiertas	0.5 horas
14	**7 CARPINTERIA FINA**	**0.01 días**
15	7.1 Muebles	0.08 horas
16	7.2 Mesas	0.08 horas
17	7.3 Sillas	0.08 horas
18	**8 PUERTA**	**0.01 días**
19	8.1 Puertas especiales	0.33 horas
20	**9 LIMPIEZA FINAL**	**0 días**
21	9.1 Limpieza	0.1 horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Totalidades de costos para modelo tipo carpa

ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	Cantidad	Costo unitario	Costo total
040	**Estructuras de acero**				
01	Columnas y vigas de acero				
	Estructura interna de tubos galvanizados prefabricado	und	1	C$ 16,434.00	C$ 16,434.00
050	**Paredes especiales**				
01	Otros tipos de paredes				
	Lona	m²	42	C$ 250.00	C$ 10,500.00
060	**Techos y fascias**				
01	Otros tipos de cubiertas				
	Lona	m²	23.4	C$ 250.00	C$ 5,850.00
070	**Carpintería fina**				
01	Muebles				
	Cama tijera	und	6	C$ 1,000.00	C$ 6,000.00
02	Mesas				
	Mesa de madera	und	1	C$ 900.00	C$ 900.00
03	Sillas				
	Sillas de plástico	und	8	C$ 110.00	C$ 880.00
					C$ 40,564.00

Fuente: Elaboración propia

Total de vivienda tipo carpa: C$ 40,564.00

3.12 Modelo II: Tipo contenedor

- **Metrados y análisis de costos**

Etapa 010 – preliminares

En esta primera etapa se adecuará la zona para la instalación del contenedor marítimo en un área plana y limpia.

Subetapa 011 - limpieza inicial

Para el cálculo de la limpieza del terreno, se contempla una ampliación de 2 metros a cada uno de los lados del área útil de la vivienda, según los planos la superficie base es de 7.30 m x 2.45 m con un total de 17.89 m², permitiendo añadir un sobreancho operativo de 9.30 m x 3.5 m, lo que genera un total de 32.55 m² de superficie estimada.

Etapa 020 - movimiento de tierra

En esta etapa se realizarán las actividades para limpiar restos de montículos de tierra o desniveles pequeños creados por maleza y tierra suelta que perjudique la colocación de la estructura metálica.

Subetapa 021 – descapote

Se debe realizar una limpieza del terreno, una remoción de malezas y materia vegetal de la capa superficial del terreno para una mejor la nivelación del módulo de contenedor.

Vol. descapote = (Área descapote) x (profundidad corte) x (factor abundamiento)

Vol. descapote = (11 m^2) x (0.15 m) x (1.20) = 1.98 m^3

Se prevé que la superficie del terreno seleccionado para construir las viviendas de emergencia es de suelo firme y plano.

Etapa 040 – estructuras de acero

Se considera una estructura modular a un contenedor metálico marítimo reutilizado, el cual cuenta lógicamente con una armazón de acero integrada que garantiza la estabilidad y resistencia necesaria para su habitabilidad. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo contenedor Lámina 1, 2 y 3).

Subetapa 041 – otros tipos de estructura

Contempla la utilización de contenedor metálico estándar de 20 pies, para convertirse en una vivienda modular. Fabricada de una estructura interna capaz de soportar con varios tonelajes de peso, ofrece una alta resistencia y durabilidad por su material. Se puede dificultar un poco en el trasporte de estas estructuras, siendo necesario un vehículo camión (Ver Figura 33).

La estructura interna que tienen el contenedor incluye las vigas, columnas o paredes, lo que elimina la necesidad de trabajos de armado in situ. Sin embargo, se requiere instalar ventanas, modificando el cerramiento del contendor, como se ve en la Figura 33. Su diseño modular permite la redistribución de múltiples viviendas en una sola superficie, siendo posible apilar los módulos en caso de que se requiera.

Figura 33: Vista 3D de modelo tipo contenedor



Fuente: Elaboración propia

La puerta no es un elemento externo, pues ya viene incluido en el módulo de contenedor, siendo las compuertas de apertura las utilizadas para puertas de acceso de la vivienda temporal.

Etapa 050 – carpintería fina

Subetapa 051 – muebles

Suministro de una cama tipo litera, diseñada para ofrecer una solución funcional que optimiza el reducido espacio interior, una buena opción que combina facilidad de montaje y economía. (Ver anexos: Planos de vivienda tipo contenedor Lámina 1).

Subetapa 052 – mesas

Incluye el suministro de una mesa de madera pequeña, destinada como comedor, un diseño simple para desarrollo de actividades cotidianas dentro del módulo.

Subetapa 053 – sillas

Se complementa la provisión de tres sillas plásticas, un tipo de mobiliario requerido y que por su bajo costo y durabilidad es buena opción dentro de viviendas temporales.

3.12.1 Costo de vivienda

Al trabajar con un contenedor tipo modular, obteneos unos costos de materiales que solo incluye en precio unitario de compra del contenedor, el mantenimiento e instalación de ventanas y suministros de mobiliario como elementos necesarios para transformar un contenedor de almacenamiento en una vivienda modular, presentando las etapas y subetapas necesarias con su costo requerido.

Tabla 9: Orden de trabajo de mantenimiento de modelo tipo contenedor.

ITEM	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTOS	
				UNIT.	TOTAL
01	**CONTENEDOR**				
1.1	Modificación de paneles de láminas de acero en contenedor metálico para instalación de cuatro ventanas de 1.00 m x 1.00 m deslizantes con marcos de aluminio, dos en cada lado. Incluye: Corte de paneles metálicos y estructura no principal interna en secciones definidas por planos. Instalación de ventanas deslizantes con marcos de aluminio.	und	1.00	C$ 4,851.00	C$ 4,851.00
1.2	Mantenimiento y reparaciones de partes en mal estado en contenedor de segunda mano en parte interna y externa de los paneles metálicos. Incluye: Soldadura de refuerzos en secciones corroídas, limpieza y enderezado de láminas dañadas, limpieza general del contenedor.	glb	1.00	C$ 5,000.00	C$ 5,000.00
1.3	Aplicación de dos manos de pintura anticorrosiva de color amarillo en paneles exteriores de contenedor. Incluye: limpieza de superficie previa.	m2	45.00	C$ 80.00	C$ 3,600.00
					C$ 13,451.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Lista de materiales para modelo tipo contenedor

N°	DESCRIPCIÓN MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	Disco de corte de metal Ø 9"	und	3.00	C$ 1,530.00	C$ 4,590.00
02	Electrodo 6011-1/8"	lb	2.00	C$ 160.00	C$ 320.00
03	Disco corte fino de Ø 9"	und	1.00	C$ 360.00	C$ 360.00
04	Pintura anticorrosiva color amarillo	gal	3.00	C$ 1,567.00	C$ 4,701.00
05	Diluyente	gal	1.50	C$ 500.00	C$ 750.00
06	Brocha 4"	und	6.00	C$ 80.00	C$ 480.00
					C$ 11,201.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Duración de actividades para modelo tipo contenedor.

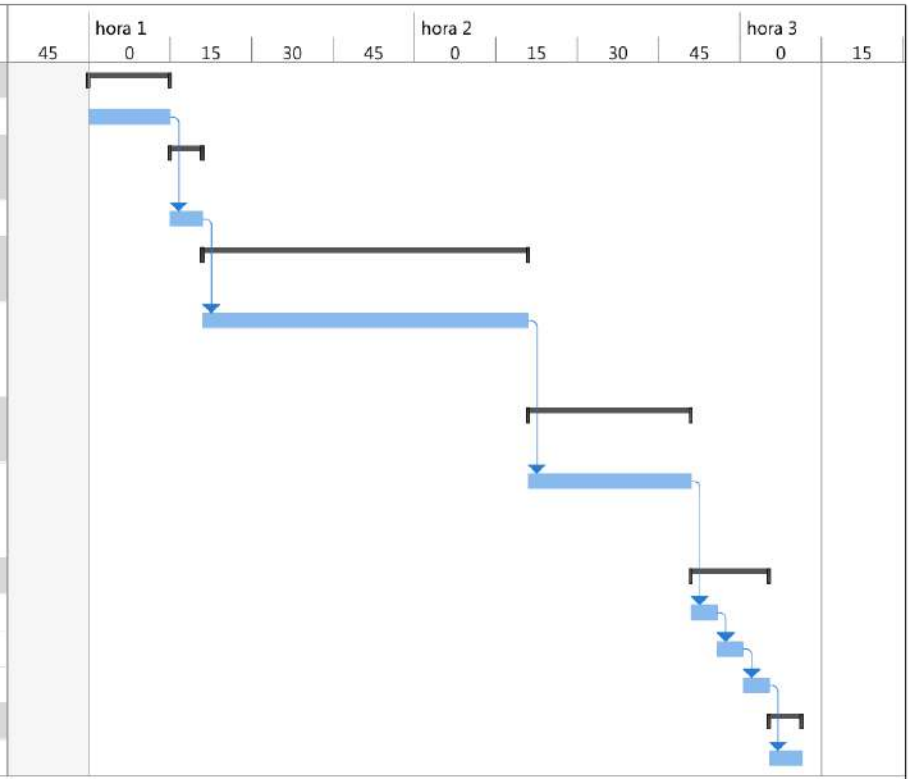
ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	DURACIÓN ACTIVIDAD (HORAS)
010	**Preliminares**			
01	Limpieza inicial	m²	32.55	0.25
020	**Movimiento de tierra**			
01	Descapote	m³	1.98	0.1
030	**Transporte e instalación**			
01	Transporte, descarga y posicionamiento del contenedor	und	1	1
040	**Estructuras de acero**			
01	Acondicionamiento de estructura metálica existente	und	1	0.5
050	**Carpintería fina**			
01	Muebles	und	1	0.08
02	Mesas	und	1	0.08
03	Sillas	und	4	0.08
060	**Limpieza final**			
01	Limpieza	glb	1	0.1
				2.19

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la vivienda tipo contenedor, la ruta crítica no se concentra en procesos constructivos tradicionales, sino en actividades anteriores logísticas y de instalación. La ruta se centra en el transporte, descarga y posicionamiento del contenedor que representa la actividad más crítica del proceso, ya que condiciona el inicio del acondicionamiento interior y el uso del módulo como vivienda de emergencia.

Figura 34: Ruta crítica para modelo tipo contenedor

Id	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1	**PRELIMINARES**	**0.03 días**	
2	Limpieza inicial	0.25 horas	
3	**MOVIMIENTO DE TIERRA**	**0.01 días**	
4	Descapote	0.1 horas	2
5	**TRANSPORTE E INSTALACIÓN**	**0.13 días**	
6	Transporte, descarga y posicionamiento del contenedor	1 hora	4
7	**ESTRUCTURAS DE ACERO**	**0.06 días**	
8	Acondicionamiento de estructura metálica existente	0.5 horas	6
9	**CARPINTERIA FINA**	**0.03 días**	
10	Muebles	0.08 horas	8
11	Mesas	0.08 horas	10
12	Sillas	0.08 horas	11
13	**LIMPIEZA FINAL**	**0.01 días**	
14	Limpieza	0.1 horas	12



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Totalidades de costos para modelo tipo contenedor

ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	Cantidad	Costo unitario	Costo total
040	**Estructuras de acero**				
01	Otros tipos de estructura				
	Contenedor marítimo estándar de acero de 20ft (TEU)	und	1	C$ 74,000.00	C$ 74,000.00
	Mantenimiento de contenedor	glb	1	C$ 13,451.00	C$ 13,451.00
020	**Carpintería fina**				
01	Muebles				
	Cama litera	und	1	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00
02	Mesas				
	Mesa de madera	und	1	C$ 900.00	C$ 900.00
03	Sillas				
	Sillas de plástico	und	3	C$ 110.00	C$ 330.00
					C$ 94,681.00

Fuente: Elaboración propia

Total de vivienda tipo contenedor: C$ 94,681.00

3.13 Modelo III: Material de madera

- **Metrados y análisis de costos**

Etapa 010 – preliminares

La etapa preliminar tiene como propósito la preparación del terreno y las condiciones necesarias para el inicio de la construcción. En esta fase se presentan los resultados de los procesos de cálculo de las cantidades de obra.

Subetapa 011 - limpieza inicial

Para el cálculo de la limpieza del terreno, se considera una ampliación de 2 metros adicionales a cada uno de los lados del área destinada a la construcción. De acuerdo con los planos constructivos, el área base del proyecto es de 18 m², por lo que permite una extensión de un espacio operativo de unos 8 metros de largo por 5 metros de ancho, dando un área total de 40 m², suficiente espacio para la implementación de otro módulo de vivienda al lado.

Subetapa 012 - trazo y nivelación

Se tomó como referencia la misma área que la limpieza inicial para esta subetapa. El proceso inicia con la colocación del pilote maestro, que se sitúa en la parte más alta del terreno, este punto sirve como referencia de nivel y altura para el resto de los pilotes. Con base en el plano de planta, se marcan los ejes longitudinales y transversales de medidas

- Longitud total: 6.00 m
- Anchos intermedios: 1.53 m
- Ancho total: 3.05 m

Con una retícula de 3 x 5 pilotes (15 en total). Se pueden colocar estacas y líneas de referencia siguiendo las dimensiones según el diseño. En esta etapa no está contemplado la excavación, solo se marca y se establece la referencia para los demás pilotes.

Para la nivelación de los pilotes, el nivel maestro se fija y se trasladan las cotas con una manguera de nivel de agua, permitiendo que todos los pilotes mantengan la misma altura final.

Al tomar las medidas de los pilotes, estas se deberán tomar desde la parte exterior de uno de los pilotes, de manera que el perímetro tome forma de un rectángulo con esquinas a 90° tomando como diagonal de 6.80m.

Etapa 020 - movimiento de tierra

En esta etapa se realizarán las actividades con el objetivo de hacer una breve limpieza de obstáculos que impidan realizar dicha construcción

Subetapa 021 – descapote

La limpieza del terreno es fundamental para todo tipo de proyecto, en este caso para la construcción de una vivienda temporal es imprescindible la remoción de malezas y materia vegetal de la capa superficial del terreno, comúnmente de 10-15 cm. Por cada módulo a trabajar contemplamos el área de descapote igual al de limpieza inicial, aplicando el debido fator de abundamiento.

Vol. descapote = (Área descapote) x (profundidad corte) x (factor abundamiento)

Vol. descapote = (8 m x 5 m) x(0.15 m)x (1.20) = 7.2 m^3

Se prevé que la superficie del terreno seleccionado para construir las viviendas de emergencia es de suelo firme y plano.

Etapa 030 – fundaciones

Contempla todos los pasos a considerar para la instalación de los 15 pilotes como parte de la cimentación de la mediagua.

Subetapa 031 – excavación estructural

Para el cálculo de excavación estructural, se traza un área que incluya el volumen de los pilotes y un área de sobre excavación, incluyendo también el desplante para la cama de piedras apisonadas que se recomienda colocar en la base de cada pilote (10cm). (Ver anexos, Planos de vivienda tipo madera Lámina 2).

$$V\ excavación =$$
$$[(ancho\ total)\ x\ (largo) x (desplante)] x\ (cantidad\ total\ de\ elementos)$$
$$[(0.20\ m)\ x\ (0.20\ m)\ x\ (0.90\ m)\ ]\ x\ (15) = 0.54\ m^3$$

Subetapa 032 – relleno y compactación

Cada pilo se te asiente sobre una base de piedras compactadas, sobre la cual se coloca una capa de mezcla de tierra y piedras que mejoren el apoyo, evitando asentamientos otorgando una estabilidad estructural mayor.

Relleno de base de piedras apisonadas: 0.20 x 0.20 x 0.10 x 15 = 0.06 m³

Relleno de mezcla de piedras y tierra apisonada:

Área de hueco – Área de pilote

$$(0.20 \text{ x } 0.20 \text{ x } 0.90\ -\ \pi \times 0.0508^2) \times 15 = (0.036 - 0.006) \times 15 = 0.44$$

Subetapa 033 – otros tipos de fundaciones

Para la nivelación de los pilotes, el nivel maestro se fija y se trasladan las cotas con una manguera de nivel de agua, permitiendo que todos los pilotes mantengan la misma altura final. Los pilotes con una longitud de 80 cm de largo deben tener profundidad como mínimo 40 cm de máximo y 15 cm de mínimo para una correcta estabilidad al terreno natural.

Para el alineamiento de los pilotes, se deberá medir la distancia de las vigas 2” x 4” con respecto al centro, de manera que el panel sobre los pilotes repose sobre los pilares. Una vez verificada la posición de los pilotes y las vigas, se utilizarán clavos 4” para la unión entre estos.

- Pilotes redondos Ø4” = 0.80 x 15 = 12 m
- Cuartón 4”x4” = 12 m /4.18 m = 2.87 = 3 und

Etapa 035 – estructuras de madera

Ya que la mediagua, es hecha puramente de una estructura de madera, las columnas, vigas, techos, se trabajará de sección de cada elemento estructural, y para los paneles prefabricados se utilizará una propuesta de orden de trabajo

cotizada con precios de mercado actuales, además de utilizar Revit para la contabilización de cantidades de materiales a utilizar, tanto sus medidas como áreas necesarias para el cálculo de cada subetapa.

Etapa 04 – pisos

Siendo que estamos trabajando con un piso elevado, es necesario trabajar esta etapa de pisos primero, para posteriormente levantar muros y vigas según por la estructura de elementos prefabricados. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo madera Lámina 1).

Subetapa 041 – otros tipos de pisos

Teniendo las cuadriculas de vigas de la estructura de piso, se utilizará un panel prefabricado de madera de pino con vigas principales de 2” x 4” y vigas secundarias de 2” x 2” que conectan los tablones del entablado de piso de 1" x 6" x 5vrs fijados con clavo 4”.

Se mandará a fabricar en una carpintería para realizar la pieza de panel para piso que se ajustará a los pilotes redondos Ø4” previamente situados en el suelo.

Para la construcción de este elemento prefabricado, será necesario:

Longitud para cuartón de madera de pino 2"x4" = 18.78 m / 4.18 m = 4.49 = 5 und

Longitud para cuartón de madera de pino 2"x2" = 33 m / 4.18 m = 7.89 = 8 und

Longitud para tabla de madera de pino 1"x6" = 18.30 m / 4.18 m = 29.18 = 30 und

Subetapa 042 – reparaciones de piso

Se realizará cualquier ajuste necesario en la instalación del panel de piso de tablones 1"x6" en el sistema de vigas principales.

Etapa 050 - paredes especiales

Se utilizarán paneles prefabricados de paredes para los cuatros lados de la vivienda, un panel delantero con ventana, un panel delantero con ventana y puerta, un panel trasero y dos paneles laterales, hechos con cuartones de madera

de pino 2”x2” como estructura interna para sostener el panel y láminas de madera de pino de ½” x 6” como recubrimiento de las paredes.

La cuantificación total de los elementos que conforman los diferentes tipos de paredes que serán prefabricados de la vivienda mediagua, se obtuvo a partir de una tabla de conteo de materiales generada por el software Revit.

Dicha tabla integra todos los componentes constructivos del sistema, desde los bastidores internos horizontales y verticales hasta los paneles de madera, este registro permite visualizar con precisión los materiales requeridos para la fabricación de elementos compuestos de diferentes partes.

Longitud total de madera de pino 2”x2” para bastidores internos = 260.75 metros

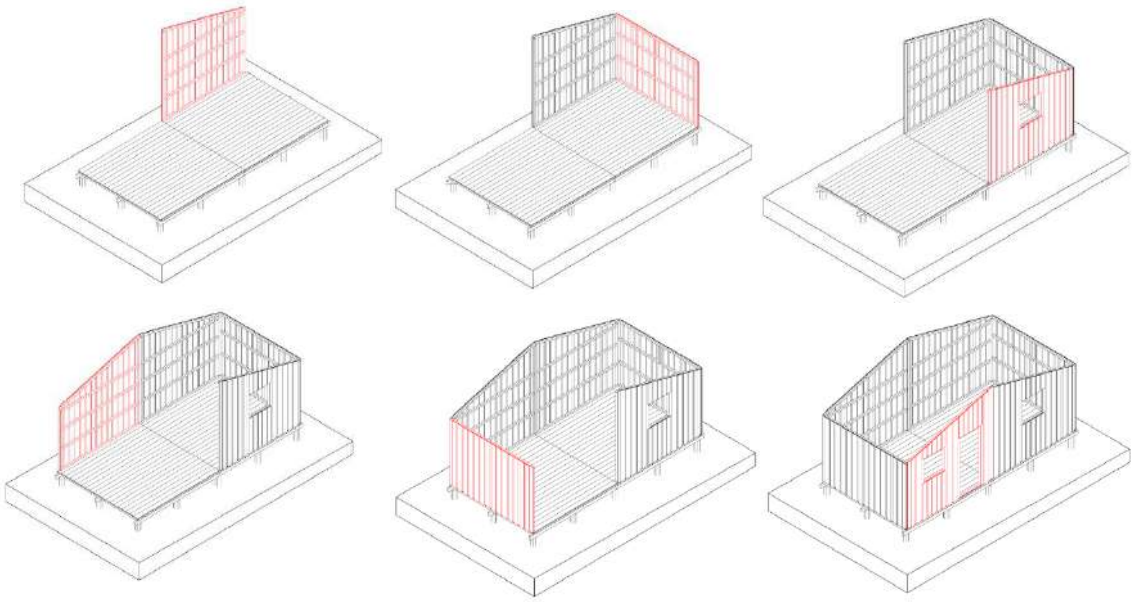
- Cantidad de cuartones 2”x2” = 260.75 m / 4.18 m = 62.38 = 63 und
- Área de forrado de láminas ½” x 6”
- Lateral este 8.12 m²
- Lateral oeste 8.12 m²
- Trasero 19.43 m²
- Frontal 15.77 m²
- Total = 51.44 m²
- Área de una tabla ½” x 6” x 4.18 = 0.63 m²
- Numero de tablas = 51.44/0.63 = 81.65 = 82 tablas

(Ver anexos, Planos de vivienda tipo madera Lámina 2, 3 y 4).

Subetapa 051 – paredes de madera

Los paneles deben alinearse cuidadosamente tomando como referencia los bordes de las vigas de piso de modo que las uniones queden acopladas con las esquinas de cada panel, asi como se observa en la Figura 35. Para fijar los paneles entre sí, se emplean clavos de 4”, tres se colocan del exterior y dos desde el interior, puede ser reforzado con más clavos de ser necesario para garantizar una unión firme y estable.

Figura 35: Unión de cada panel de muro fijado a estructura de piso



Fuente: Elaboración propia

Antes de fijar la estructura al piso, es necesario verificar la alineación entre los elementos, se debe ajustar que coincidan los paneles frontales, laterales y traseros, garantizando una adecuada nivelación y verticalidad de los paneles.

Con clavos de 4” se realizan las uniones a las vigas de suelo de 2” x 4”

Etapa 060 – techos y fascias

Esta etapa comprende los trabajos para la estructura de techo y cubiertas, el objetivo es garantizar la hermeticidad más alta posible. Esta estructura deberá ser soportada por la estructura secundaria.

Subetapa 061 – estructura de madera

La etapa de montaje del techo inicia con la instalación de vigas principales y secundarias, elementos que conforman el sistema estructural encargada de soportar la cubierta. La mediagua se posee seis vigas principales, con tablones de 1” x 4” fijadas sobre las costaneras del armazón superior de los paneles laterales.

Antes de clavar, se marcan las posiciones de cada viga para una correcta alineación, una vez marcadas, se instalan las vigas secundarias de 2”x2”, colocadas de manera perpendicular sobre las vigas principales, fijándolas con clavos de 3”.

El extremo opuesto de cada viga secundaria debe quedar firmemente clavado a las costaneras del panel lateral. En los puntos donde se cruzan las vigas, se unen mediante clavo verticales de 3”.

Longitud total de viga principal = 18.78 m / 4.18 m = 4.49 = 5 und

Longitud total de viga secundarias = 23.20 m / 4.18 m = 5.55 = 6 und

Antes de levantar la cubierta, se considera la instalación de tela de fieltro fino como barrera de protección para impermeabilizar y aislar por debajo del techo, creando una capa contra la humedad y filtraciones de agua. Con un área interna de 18 m², el rollo de fieltro estándar de 0.50mm de grosor mide 1 metro de ancho por 50 metros de largo, con un total de área de 50 m², se necesitará un rollo de fieltro (Ver Figura 36).

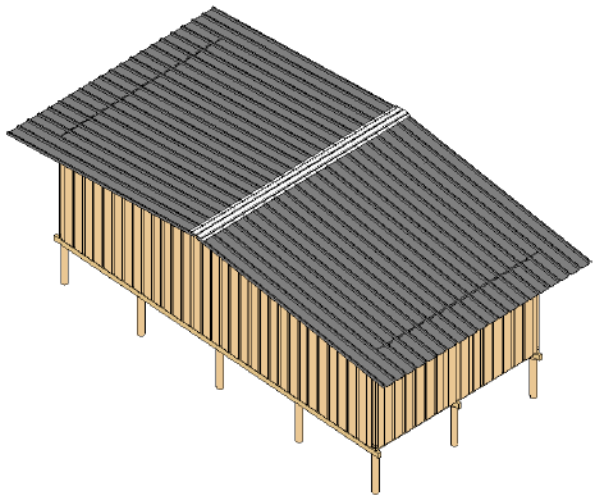
Subetapa 062 – cubiertas de láminas troqueladas

Para iniciar el fijado de las láminas de cubierta se deberá considerar el sentido para evaluar el número de láminas y cortes según la dimensión del área, se aplicará lo mismo al tener en consideración los traslapes. Se utilizará lámina troquelada E-76 de 12 pies calibre 26, además se instala una cumbrera estándar calibre 26 de 8 pies.

Para un área de techo tomando en cuenta un alero para proteger las paredes exteriores de 7.00x3.5 = 24.50 m²

Y para una lámina troquelada de 12 pies C-26 con un ancho útil de 760mm y un largo de 3.66 metros tenemos un área de 2.74 m²

Figura 36: Vista 3D de modelo materia de madera



Fuente: Elaboración propia

Número total de láminas = 24.50/2.74 = 8.9 = 9 und → 10 und para 5 láminas en cada lado.

Para un largo de 3.80 a través del hueco central de las láminas troqueladas, se necesita colocar la cumbrera de 8ft, puesto que la cumbrera abarca 2.44 metros se necesitan 2 und para completar el ancho total.

Etapa 070 – carpintería fina

Subetapa 071 – muebles

Suministro y ubicación de 1 cama matrimonial sencilla y 1 litera, mobiliario destinado para el descanso de las personas damnificadas, con la opción de ampliar el número final de camas totales por modulo. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo madera Lámina 1).

Subetapa 072 – mesas

Suministro de 1 mesa de madera en cada submódulo, siendo utilizada como comedor, constituyendo como punto central para el desarrollo de actividades cotidianas dentro de una vivienda temporal, su material garantiza durabilidad y terminación adecuada cual sea su uso.

Subetapa 073 – sillas

Incluye el acomodo 4 sillas plásticas, proveyendo asientos necesarios para uso de la mesa, optando este material por su bajo costo, resistencia al uso diario y facilidad de limpieza.

Etapa 080 – puertas

Subetapa 081 – puertas especiales

Se fabricará una puerta de 1.80 m x 0.75 m elaborada en madera maciza, cuya producción se realizará en conjunto dentro de la orden de trabajo de paneles de pared prefabricados. La puerta será considerada como un elemento independiente, para posteriormente ser instalada mediante bisagras al marco de madera del panel frontal, con esta metodología permite mantener una uniformidad y facilidad en el montaje final.

Etapa 090 – ventanas

Subetapa 091 – ventana de aluminio y vidrio

Las ventanas serán adquiridas por un fabricante especializado en sistemas de ventanas de aluminio. Se requieren dos unidades de ventanas deslizantes de 0.74 m x 0.74 m, diseñadas para permitir la circulación natural del aire necesario, favoreciendo el intercambio térmico entre el interior y el exterior, contribuyendo a mejorar la ventilación y confort térmico dentro del módulo.

3.13.1 Costo de vivienda

Dividiremos el costo en dos secciones diferentes, los materiales para los elementos prefabricados en un taller de carpintería, y por separado los materiales a utilizar para el armado de cada vivienda.

Partes prefabricadas

Elementos dados a fabricar con tiempo de antelación, quedarán guardadas en un almacén con su debido mantenimiento y cuidado para llegar a ser utilizadas en una situación de emergencia.

Tabla 13: Orden de trabajo de panel de piso prefabricado para modelo material madera

ITEM	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTOS	
				UNIT.	TOTAL
01	**Panel de piso**				
1.1	Fabricación de panel de piso con vigas principales de cuartón de madera de pino de 2"x4", vigas secundarias de 2"x2" y un entablado de láminas de 1"x6"x5 vrs fijadas mediante clavos de 4". Incluye: corte, ensamblaje, nivelación y fijación de la estructura a como corresponde según dimensiones de plano.	und	1.00	C$ 28,245.00	C$ 28,245.00
1.2	Aplicación de dos manos de barniz para madera como acabado protector. Incluye: limpieza y lijado de la superficie previo.	m²	7.00	C$ 80.00	C$ 560.00
					C$ 28,805.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Orden de trabajo de panel de piso prefabricado para modelo material madera

N°	DESCRIPCIÓN MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	Cuartón de madera de pino 4"x4"x5vrs	und	3.00	C$ 800.00	C$ 1,110.00
02	Cuartón de madera de pino 2"x4"x5vrs	und	5.00	C$ 500.00	C$ 1,500.00
03	Cuartón de madera de pino 2"x2"x5vrs	und	8.00	C$ 250.00	C$ 1,440.00
04	Tabla de madera de pino 1"x6"x5vrs	und	30.00	C$ 550.00	C$ 11,700.00
05	Clavos para madera 4"	lb	2.00	C$ 70.00	C$ 140.00
06	Barniz para madera exterior mate	gln	0.75	C$ 2,100.00	C$ 1,575.00
07	Brocha 4"	und	4.00	C$ 80.00	C$ 320.00
08	Lija de agua #80	und	10.00	C$ 20.00	C$ 200.00
09	Disco para madera 10"	und	1.00	C$ 520.00	C$ 520.00
					C$ 26,155.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Orden de trabajo para paneles de paredes prefabricados para modelo material madera

ITEM	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTOS	
				UNIT.	TOTAL
01	**Panel de paredes**				
1.1	Fabricación de pared de panel "delantero con ventana" armado con bastidores internos de cuartón de madera de pino de 2"x2" forrado con láminas de 1/2"x6"x3.20m colocadas en sentido vertical y horizontal según dimensiones de planos, fijadas mediante clavos de 1". Incluye: corte, ajuste, ensamblaje, nivelación, alineación y fijación de la estructura.	und	1.00	C$ 11,115.95	C$11,115.95
1.2	Fabricación de pared de panel "delantero con ventana y puerta" armado con bastidores internos de cuartón de madera de pino de 2"x2" forrado con láminas de 1/2"x6"x3.20m colocadas en sentido vertical y horizontal según dimensiones de planos, fijadas mediante clavos de 1". Incluye: corte, ajuste, ensamblaje, nivelación, alineación y fijación de la estructura.	und	1.00	C$ 11,115.95	C$11,115.95
1.3	Fabricación de pared de panel "lateral" armado con bastidores internos de cuartón de madera de pino de 2"x2" forrado con láminas de 1/2"x6"x3.20m colocadas en sentido vertical y horizontal según dimensiones de planos, fijadas mediante clavos de 1". Incluye: corte, ajuste, ensamblaje, nivelación, alineación y fijación de la estructura.	und	2.00	C$ 11,447.24	C$ 2,894.49

1.4	Fabricación de pared de panel "trasero" armado con bastidores internos de cuartón de madera de pino de 2"x2" forrado con láminas de 1/2"x6"x3.20m colocadas en sentido vertical y horizontal según dimensiones de planos, fijadas mediante clavos de 1". Incluye: corte, ajuste, ensamblaje, nivelación, alineación y fijación de la estructura.	und	1.00	C$ 27,391.62	C$ 7,391.62
1.5	Aplicación de dos manos de barniz para madera como acabado protector. Incluye: limpieza y lijado de la superficie previo.	m^2	7.00	C$ 4,000.00	C$ 4,000.00
					C$ 77,078.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Orden de trabajo para panel de pared prefabricado para modelo material madera

N°	DESCRIPCIÓN MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	Cuartón de madera de pino 2"x2"x5vrs	und	63.00	C$ 250.00	C$ 15,750.00
02	Tabla de madera de pino 1/2"x6"x5vrs	und	82.00	C$ 420.00	C$ 34,020.00
03	Clavos para madera 1 1/2"	lb	7.00	C$ 520.00	C$ 1,560.00
04	Barniz para madera exterior mate	gln	4.00	C$ 70.00	C$ 490.00
05	Brocha 4"	und	4.00	C$ 2,100.00	C$ 16,800.00
06	Lija de agua #80	und	10.00	C$ 80.00	C$ 320.00
					C$ 72,228.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Duración de actividades para modelo material madera

ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	DURACIÓN ACTIVIDAD (HORAS)
010	**Preliminares**			
01	Limpieza inicial	m²	40	0.25
02	Trazo y nivelación	m²	9.15	0.33
020	**Movimiento de tierra**			
01	Descapote	m³	7.2	0.17
030	**Fundaciones**			
01	Excavación estructural	m³	0.54	0.33
02	Relleno y compactación	m³	0.44	0.17
03	Otros tipos de fundaciones	m	12	0.5
040	**Pisos**			
01	Otros tipos de pisos (prefabricado)	m²	18.3	1.83
02	Reparaciones de piso	m²	18.3	0.17
050	**Paredes especiales**			
01	Paredes de madera (prefabricadas)	m²	51.44	3
060	**Techos y fascias**			
01	Estructura de madera (prefabricada)	m	41.98	2
02	Cubiertas de láminas troqueladas	m²	24.5	2
070	**Carpintería fina**			
01	Muebles	und	1	0.08
02	Mesas	und	1	0.08
03	Sillas	und	4	0.08

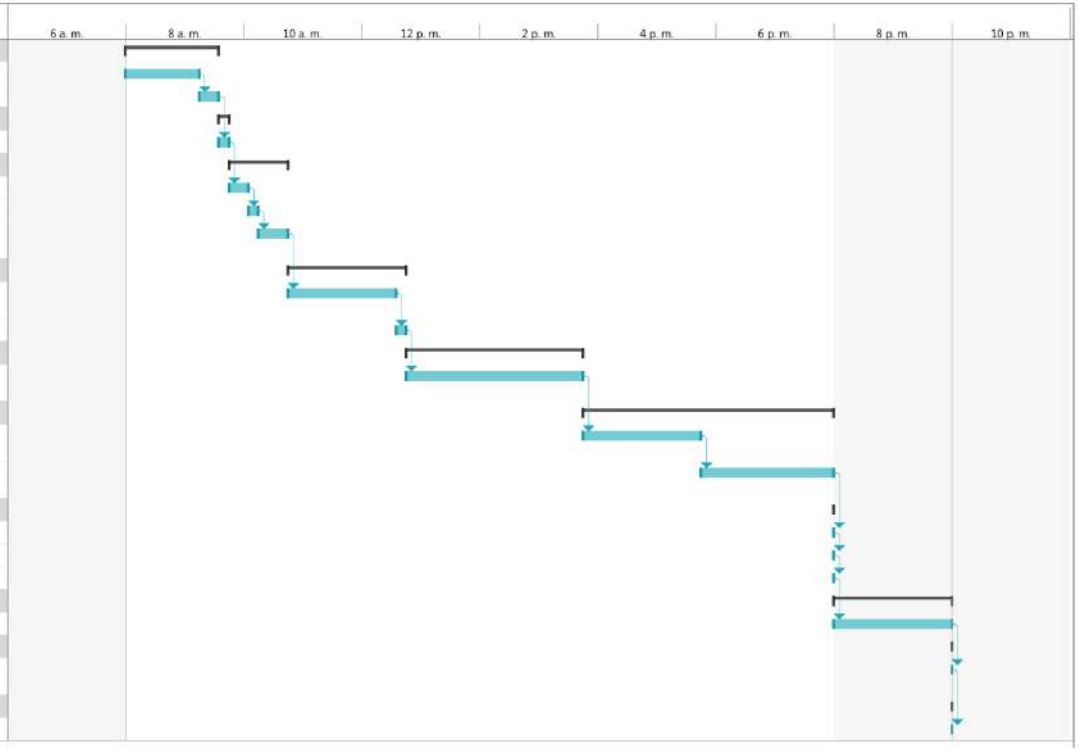
080	**Puertas**			
01	Puertas especiales	und	1	0.33
090	**Ventanas**			
01	Ventana de aluminio y vidrio	und	1	0.67
100	**Limpieza final**			
01	Limpieza	glb	1	0.1
				12.09

Fuente: Elaboración propia

La ruta crítica para la mediagua se determina principalmente por el orden constructivo de montaje de los diferentes elementos prefabricados, al tratarse de una solución de emergencia, no se contemplan holguras, retrasos u otro tipo de afectaciones de tiempo, ya que cada etapa depende directamente de la anterior, comenzando desde la preparación del terreno hasta el cierra completo de la vivienda y su limpieza final.

Figura 37: Proceso de ruta crítica para modelo material madera

Id	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1	**PRELIMINARES**	**0.07 días**	
2	Limpieza inicial	0.25 horas	
3	Trazo y nivelación	0.33 horas	2
4	**MOVIMIENTO DE TIERRA**	**0.02 días**	
5	Descapote	0.17 horas	3
6	**FUNDACIONES**	**0.13 días**	
7	Excavación estructural	0.33 horas	5
8	Relleno y compactación	0.17 horas	7
9	Otros tipos de fundaciones	0.5 horas	8
10	**PISOS**	**0.25 días**	
11	Otros tipos de pisos (prefabricado)	1.83 horas	9
12	Reparaciones de piso	0.17 horas	11
13	**PAREDES ESPECIALES**	**0.38 días**	
14	Paredes de madera (prefabricadas)	3 horas	12
15	**TECHOS Y FACIAS**	**0.5 días**	
16	Estructura de madera (prefabricada)	2 horas	14
17	Cubiertas de láminas troqueladas	2 horas	16
18	**CARPINTERIA FINA**	**0.03 días**	
19	Muebles	0.08 horas	17
20	Mesas	0.08 horas	19
21	Sillas	0.08 horas	20
22	**PUERTAS**	**0.04 días**	
23	Puertas especiales	0.33 horas	21
24	**VENTANAS**	**0.08 días**	
25	Ventana de aluminio y vidrio	0.67 horas	23
26	**LIMPIEZA FINAL**	**0.01 días**	
27	Limpieza	0.1 horas	25



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Totalidades de costos para vivienda material madera

ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
030	**Fundaciones**				
03	Otros tipos de fundaciones				
	Pilares Ø 4" de madera de pino (4"x4"x5vrs)	und	12	C$ 200.00	C$ 2,400.00
090	**PISOS**				C$ 28,805.00
017	Otros tipos de pisos				
	Panel de piso prefabricado	und	1	C$ 28,805.00	C$ 28,805.00
055	**Paredes especiales**				
01	Paredes de madera				
	Panel de pared delantero	und	1	C$ 22,231.90	C$ 22,231.90
	Panel de pared lateral	und	2	C$ 11,447.24	C$ 22,894.49
	Panel de pared trasero	und	1	C$ 27,391.62	C$ 27,391.62
	Pintura	m²	7	C$ 80.00	C$ 560.00
060	**Techos y fascias**				
01	Estructura de madera				
	Tablón de madera de pino 1"x4"x5vs	und	5	C$ 180.00	C$ 900.00
	Cuartón de madera de pino 2"x2"x5vrs	und	6	C$ 250.00	C$ 1,500.00
	Clavos para madera 3"	lb	1	C$ 60.00	C$ 60.00
	Clavo para madera 4"	lb	1	C$ 70.00	C$ 70.00
02	Cubiertas de láminas troqueladas				
	Rollo Fieltro 0.5mm (1m x 50m)	und	1	C$ 500.00	C$ 500.00
	Tachuelas (100pcs)	und	1	C$ 22.00	C$ 22.00
	Zinc troquelado 12 pies C-26 std	und	10	C$ 742.00	C$ 7,420.00
	Cumbrera estándar C-26	und	2	C$ 689.00	C$ 1,378.00
	Goloso para techo 2 1/2"	und	60	C$ 3.00	C$ 180.00

011	**Carpintería fina**				
01	Muebles				
	Cama matrimonial sencilla	und	1	C$ 4,000.00	C$ 4,000.00
	Cama litera	und	1	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00
02	Mesas				
	Mesa de madera	und	1	C$ 900.00	C$ 900.00
03	Sillas				
	Sillas de plástico	und	4	C$ 110.00	C$ 440.00
012	**Puertas**				
01	Puertas especiales				
	Puerta de madera prefabricada	und	1	C$ 4,000.00	C$ 4,000.00
013	**Ventanas**				
01	Ventana de aluminio y vidrio				
	Ventana de aluminio 0.74x0.74 m deslizante	und	2	C$ 850.00	C$ 1,700.00
					C$133,353.00

Fuente: Elaboración propia

Total de la vivienda mediagua: C$ 133,353.00

3.14 Modelo IV: Material de Cartón

- **Metrados y análisis de costos**

Etapa 010 – preliminares

La etapa preliminar tiene como propósito la preparación del terreno y las condiciones necesarias para el inicio de la construcción. En esta fase se presentan los resultados de los procesos de cálculo de las cantidades de obra.

- Actividades: replanteo, verificación planos, seguridad, herramientas en obra.
- Duración estimada: de 30 min a 1 h (preparación de equipo y comprobaciones).

Subetapa 011 - limpieza inicial

Para el cálculo de la limpieza del terreno, se considera una ampliación de 2 metros adicionales a cada uno de los lados del área destinada a la construcción. De acuerdo con los planos constructivos, el área base del proyecto es de 16 m², por lo que permite una extensión de un espacio operativo de unos 6 metros de largo por 6 metros de ancho, dando un área total de 36 m².

Subetapa 012 - trazo y nivelación

Se tomó como referencia la misma área que la limpieza inicial para esta subetapa.

- Trazo: marcar ejes del rectángulo 4 × 4 m.
- Nivelación / preparación de firme: área de 16 m²
- Preparación accesos y firme según 36m² (incluyendo zonas de maniobra)

Etapa 020 - movimiento de tierra

En esta etapa solo se hará en posiciones de apoyo de cajas y accesos, recomendando una superficie nivelada y un lecho granular de 5 a 10 cm si el terreno es muy blando.

Subetapa 021 – descapote

La limpieza del terreno es fundamental para todo tipo de proyecto, en este caso para la construcción de una vivienda temporal es imprescindible la remoción de malezas y materia vegetal de la capa superficial del terreno, comúnmente de 10 a 15 cm. Por cada módulo a trabajar contemplamos el área de descapote igual al de limpieza inicial, aplicando el debido fator de abundamiento.

- Cálculo de descapote 10 cm: retirar capa vegetal y tierra

Vol. descapote = (Área descapote) x (profundidad corte) x (factor abundamiento)

Vol. descapote = (6 m x 6 m) x(0.10 m)x (1.20) = 4.32 m^3

Etapa 030 – fundaciones

Contempla todos los pasos a considerar para la instalación del zócalo de cajillas plásticas como parte de la cimentación de la vivienda PLH. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo cartón Lámina 2).

Subetapa 031 – otros tipos de fundaciones

Las fundaciones se realizarán teniendo en cuenta la ausencia de una excavación como tal ni el uso de concreto, solo se hará utilizando cajas plásticas de cerveza como encofrado permanente y sacos de arena como lastre.

- Colocar las cajas en perímetro según el trazado, y en el punto central donde lo requiera el diseño.
- Rellenar cada caja con 1 saco de arena (o más si se requiere mayor peso).

Volumen arena total = 54 cajas × 1 balde de arena (balde de 20 lts)

Volumen arena total = 54 x 0.020 m^3 = 1.080 m^3 de arena total

Espaciado medio entre cajas sobre perímetro = 0.30 m (16 m / 54)

Etapa 033 – estructuras de madera

Las estructuras de madera en la PLH actúan como soporte y refuerzo del sistema de tubos de cartón. Se utiliza paneles de contrachapado (plywood) en dos capas para el piso, una viga perimetral y perfiles en “U” para coronar y unir los muros, y clavijas de madera laminada para anclar los tubos verticales.

En la cubierta, las cerchas y aleros de plywood sostienen la lona plástica impermeable, mientras que los premarcos de puertas y ventanas completan la rigidez del conjunto. En conjunto, estos elementos conforman la estructura secundaria que da estabilidad y continuidad al refugio. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo cartón Lámina 3 y 4).

Etapa 040 – pisos

En este caso, la base estructural del piso combina paneles de madera y tubos de cartón que mejoran la rigidez y el aislamiento térmico. Los tubos se colocan entre las capas de plywood.

Subetapa 041 – otros tipos de pisos

Los pisos están formados por paneles de madera contrachapada (plywood) dispuestos en dos capas cruzadas, entre las cuales se colocan tubos de cartón impermeabilizados que mejoran el aislamiento térmico y la rigidez. Esta base se apoya sobre cajas de cerveza rellenas con sacos de arena.

Capas de plywood que se requieren con láminas de 1.22 x 2.44 m para cubrir 16 m^2 con solapes y fijaciones.

Láminas de plywood = capas x (área de piso / área de lámina)

Láminas de plywood = 2 x [16 m^2 / (1.22 m x 2.44 m)] = 10.75 + 1 de más ≈ 12

La base estructural del piso combina paneles de madera y tubos de cartón que mejoran la rigidez y el aislamiento térmico. Los tubos se colocan entre las capas de plywood, en donde se aplicará espuma de poliuretano o cinta impermeable adhesiva entre ellos para sellar uniones.

Etapa 055-paredes especiales

Los muros se construirán con tubos de cartón reciclado impermeabilizado, dispuestos verticalmente y anclados mediante crucetas de madera laminada en su base. En el cerramiento se dejan los huecos correspondientes de puerta y ventanas que proporcionan una correcta ventilación. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo cartón Lámina 4 y 5).

- Área total de muros rectos = perímetro × altura
- Área total de muros rectos = 16,0 m × 2,00 m = 32,00 m².

Área de aberturas:

- Puerta = 0.94 m × 2.00 m = 1.88 m².
- Ventanas = 3 × (0.90 × 0.95) = 2.57 m².
- Área total de huecos = 4.45 m².
- Área total de cerramiento a cubrir con tubos = muros – huecos
- Área total de cerramiento a cubrir con tubos = 32.00 - 4.46 = 27.15 m².
- Área lateral por tubo = π · D · L = π × 0.108 m × 2.00 m = 0.68 m² / tubo

Etapa 060 – techos y fascias

Esta etapa comprende los trabajos para la estructura de techo y cubiertas. El techo se compone de cerchas ligeras de plywood recubiertas con tubos de cartón. Estas cerchas soportan una membrana plástica impermeable, conformando una cubierta ligera y desmontable.

Subetapa 061 – estructura de madera

Se ensamblan las cerchas triangulares de plywood fuera del volumen y se fijan al tablero superior con tornillos y cuerdas. Sobre ellas se colocan 12 tubos de cartón Ø108 mm para dar rigidez y acabado estético, y se aseguran todas las uniones con clavijas y cordeles.

La cubierta se termina con la instalación de la lona plástica impermeable, que protege contra lluvia y viento. Se coloca y tensa la lona plástica (26 m²) sobre la

cercha, fijándola con cuerdas y asegurando los bordes con conexiones en madera para evitar desprendimientos, verificando finalmente sus remates. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo cartón Lámina 3).

Instalación de puerta y ventanas de madera para proporcionar privacidad y ventilación cruzada. Las aberturas se integran directamente en el panel de tubos.

- Puerta de madera
- Ventanas de madera basculante
- Premarco de madera

Etapa 012 – puertas

Subetapa 01 – puertas especiales

Se elaborará una puerta de 2.00 m x 0.95 m elaborada en madera maciza de pino, cuya producción se realizará en conjunto con el premarco de madera. La puerta será considerada como un elemento independiente, para posteriormente ser instalada mediante bisagras al marco de madera. (Ver anexos, Planos de vivienda tipo cartón Lámina 5).

Etapa 013 – ventanas

Se elaborarán tres ventanas basculantes de 0.90 m X 0.95 m elaborado en madera maciza de pino, cuya producción se realizará en conjunto con el premarco de madera. Las ventanas serán consideradas como elementos independientes, para posteriormente ser instaladas mediante tornillos, la manilla y herrajes al marco de madera.

3.14.1 Costo de vivienda

Dividiremos el costo en dos secciones diferentes, los materiales para los elementos prefabricados en un taller, y por separado los materiales a utilizar para el armado de cada vivienda. Los elementos dados a fabricar con tiempo de antelación quedarán guardados en un almacén con su debido mantenimiento y cuidado para llegar a ser utilizadas en una situación de emergencia.

Tabla 19: Alcances de obra para vivienda material cartón

No.	DESCRIPCION MATERIAL	U/M	CANTIDAD	USO
01	Tablero de madera contrachapada (regla de pino de 1"X4"x3.96m)	m²	50.86	Paneles de piso y cerchas ensambladas en taller
02	Viga perimetral de madera aglomerada (regla de pino de 1"X8"x3.20m)	m	48.01	Marco superior de muros y soporte de techo
03	Premarco de madera	m	16.98	Marcos de puerta y ventanas ensamblados
04	Puerta de madera	und	1	Prefabricada lista para instalación
05	Ventanas de madera basculantes	un	2	Prefabricadas para montaje directo
06	Clavijas de madera para cerramiento	und	143	Preparadas para ensamblaje de tubos verticales
07	Clavijas de madera para techo	un	26	Para unir cerchas y tubos de cartón

Fuente: Elaboración propia

Materiales independientemente utilizados para las conexiones y refuerzo de elementos que no pueden ser prefabricados por separados, como lo son los componentes de la cimentación, pisos y muros.

Tabla 20: Lista de materiales a usar en modelo material cartón

NO.	DESCRIPCION MATERIAL	U/M	CANTIDAD	USO
01	Cajas de cerveza de plástico	und	38	Fundaciones / zócalo de la vivienda
02	Arena	m3	1.10	Relleno estabilizador de cajas
03	Tubo de cartón impermeabilizado Ø108	und	143	Muros verticales de cerramiento
04	Tubo de cartón impermeabilizado Ø108	und	12	Refuerzo y rigidez de techo
05	Tubo de cartón impermeabilizado Ø108	und	50	Tubos para refuerzos en piso y cerchas
06	Lata de espuma de poliuretano	und	11	Sellado e impermeabilización entre paneles
07	Lona de plástico (4.8 m X 3.6 m)	und	2	Membrana impermeable de cubierta
08	Lamina de Plywood (1.22 m X 2.44 m)	und	12	Panel de piso de vivienda
09	Tornillería y clavos (2”)	lb	6	Ensamblaje de piezas de madera

Fuente: Elaboración propia

Recopilación de costos unitarios de los materiales antes mencionados en la siguiente tabla resumen:

Tabla 21: Costos de materiales

NO.	DESCRIPCION MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (C$)	COSTO TOTAL (C$)
01	Tablero de madera contrachapada	m²	50.86	C$ 6,834.18	C$ 6,834.18
02	Tubo de cartón impermeabilizado Ø108	und	50	(2)	(2)
03	Latas de espuma de poliuretano (Rendimiento de 30 a 45 L)	und	11	C$ 350.00	C$ 3,850.00
04	Viga perimetral de madera aglomerada	m	48.01	C$ 4,500.94	C$ 4,500.94
05	Premarco de madera	m	16.98	C$ 2,600.00	C$ 2,600.00
06	Puerta de madera	und	1	C$ 1,650.00	C$ 1,650.00
07	Ventanas de madera basculantes	und	3	C$ 1,250.00	C$ 3,750.00
08	Clavijas de madera para cerramiento	un	143	C$ 4,333.33	C$ 4,333.33
09	Clavijas de madera para techo	und	26	C$ 787.88	C$ 787.77
010	Tornillería y clavos	lb	6	C$ 30.60	C$ 183.60
011	Cajas de cerveza de plástico	und	54	C$ 300.00	C$ 16,200.00
012	Lamina de Plywood (1.22 m X 2.44 m)	und	12	C$ 400.00	C$ 4,800.00
013	Arena	m³	1.1	C$ 750.00	C$ 810.00
014	Tubo de cartón impermeabilizado Ø108	und	143	(2)	(2)
015	Tubo de cartón impermeabilizado Ø108	und	12	(2)	(2)
016	Lona de plástico	und	2	C$ 850.00	C$ 1,700.00
				TOTAL	**C$51,999.93**

Fuente: Elaboración propia

Nota: (1) Fabricado por taller de carpintería de preferencia. (2) Propuesta de suministro por Compañía Recicladora de Nicaragua S.A.

MANO DE OBRA

Un carpintero y dos operarios realizan en dos días la prefabricación de la vivienda, incluyendo armado de base, instalación de tubos estructurales, fijación de paneles, colocación de vigas y premarcos, y sellado con espuma de poliuretano.

Tabla 22: Orden de trabajo para partes prefabricadas de modelo material cartón

ITEM	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTOS	
				UNIT.	TOTAL
01	**Techos y fascias**				
1.1	Prefabricación de tableros de madera contrachapada para pisos y cerchas en taller mediante el uso de regla de pino de 1”×4”×3.96 m, conformando dos capas de láminas para el sistema de piso y una capa adicional como base estructural de la cercha de techo. Incluye corte, armado y ajuste dimensional previo al montaje en obra.	m²	50.86	C$6,834.18	C$ 6,834.18
1.2	Fabricación de viga perimetral de madera aglomerada elaborada con regla de pino de 1”×8”×3.20 m, cortada longitudinalmente para obtener secciones de 4”, las cuales se disponen en forma de “U” para conformar un marco perimetral superior que rigidiza los muros verticales y sirve de soporte para la estructura de cubierta.	m	48.01	C$4,500.94	C$ 4,500.94
02	**Puertas y ventanas**				
2.1	Fabricación de premarcos de madera para puertas y ventanas en taller para una puerta y tres ventanas, elaborados en madera de pino maciza. Incluye corte, ensamble y ajuste dimensional, permitiendo una instalación rápida y precisa durante la etapa de montaje.	m	16.98	C$2,600.00	C$ 2,600.00

2.2	Fabricación de puerta de madera prefabricada de 2.00 m × 0.95 m elaborada en madera maciza de pino. Su producción se realiza en conjunto con el premarco, considerándose como elemento independiente para su posterior instalación mediante bisagras al marco de madera durante la fase de obra.	und	1	C$1,650.00	C$ 1,650.00
2.3	Fabricación de tres ventanas basculantes de madera prefabricadas de 0.90 m × 0.95 m elaboradas en madera maciza de pino. Se producen conjuntamente con los premarcos y se consideran elementos independientes, para su posterior fijación al marco mediante tornillos, manillas y herrajes.	un	3	C$1,250.00	C$ 3,750.00
03	**Estructuras de madera**				
3.1	Fabricación de clavijas de madera para cerramiento vertical a partir de regla de pino de 1”×4”×3.96 m, procesadas en piezas de 0.15 m para conformar crucetas que permiten la unión y estabilización de los tubos de cartón verticales del cerramiento.	und	143	C$4,333.33	C$ 4,333.33
3.2	Fabricación de clavijas de madera para estructura de techo con regla de pino de 1”×4”×3.96 m, procesadas para conformar crucetas de unión entre los tubos de cartón de la cercha de techo y el tablero de plywood, garantizando rigidez y correcta transferencia de cargas.	un	26	C$ 787.88	C$ 787.88
				TOTAL =	**C$24,456.33**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Duración de modelo material cartón

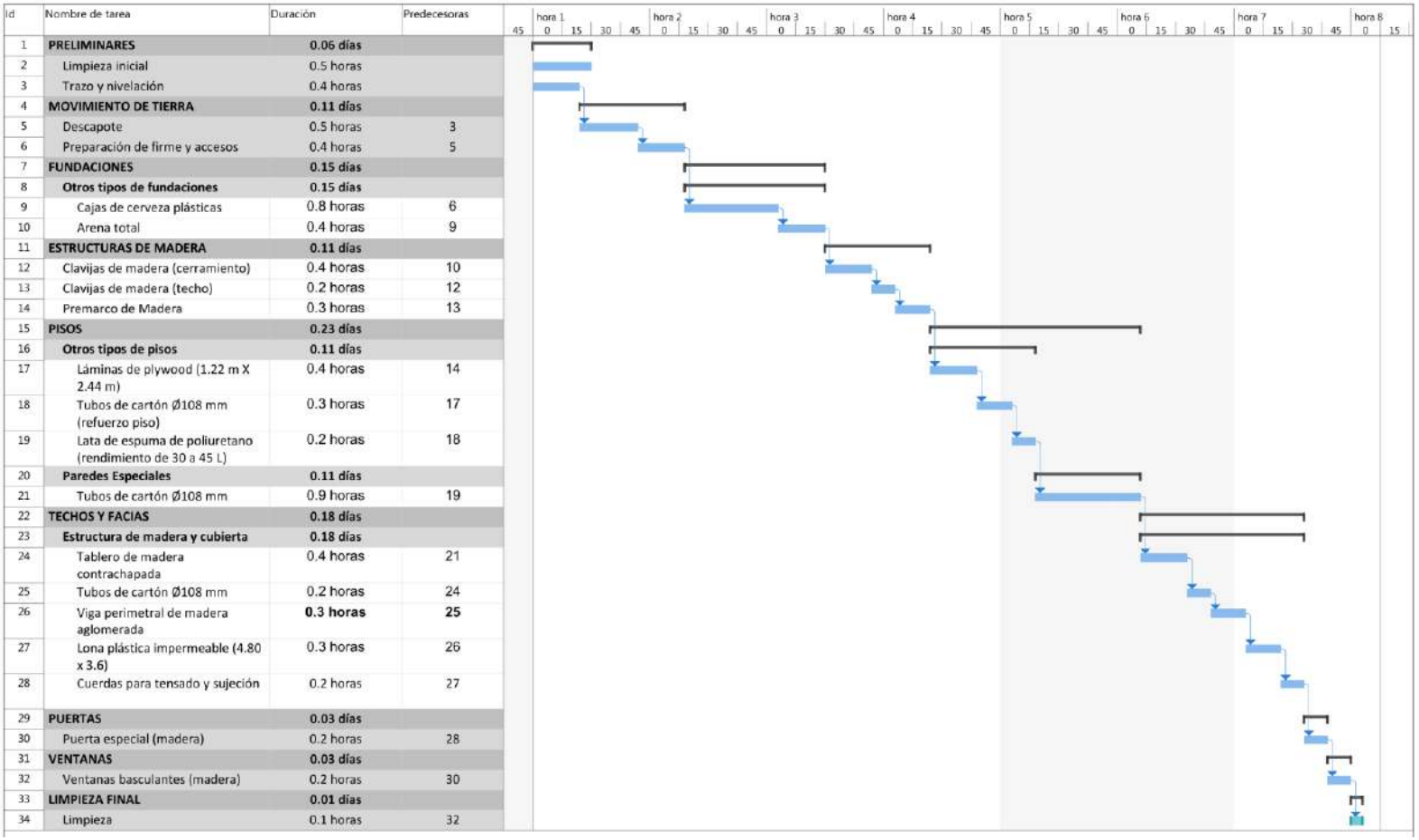
ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	DURACIÓN ACTIVIDAD (HORAS)
010	**Preliminares**			
01	Limpieza inicial	m²	36	0.50
02	Trazo y nivelación	m²	36	0.40
020	**Movimiento de tierra**			
01	Descapote	m³	4.32	0.50
02	Preparación de firme y accesos	glb	1	0.40
030	**Fundaciones**			
01	Otros tipos de fundaciones			
	Cajas de cerveza plásticas	un	54	0.80
	Arena total	m³	1.1	0.40
033	**Estructuras de madera**			
	Clavijas de madera (cerramiento)	und	143	0.40
	Clavijas de madera (techo)	un	26	0.20
	Premarco de Madera	m	16.98	0.30
040	**Pisos**			
01	Otros tipos de pisos			
	Láminas de plywood (1.22 m X 2.44 m)	und	12	0.40
	Tubos de cartón Ø108 mm (refuerzo piso)	un	38	0.30
	Lata de espuma de poliuretano (rendimiento de 30 a 45 L)	und	11	0.20
055	Paredes Especiales			
	Tubos de cartón Ø108 mm	un	143	0.90
060	**Techos y fascias**			
01	Estructura de madera y cubierta			
	Tablero de madera contrachapada	m²	50.86	0.40

	Tubos de cartón Ø108 mm	und	12	0.20
	Viga perimetral de madera aglomerada	m	48.01	0.30
	Lona plástica impermeable (4.80 x 3.6)	un	2	0.30
	Cuerdas para tensado y sujeción	m	60	0.20
012	**Puertas**			0.20
02	Puerta especial (madera)	und	1	0.20
013	**Ventanas**			0.20
01	Ventanas basculantes (madera)	un	3	0.20
014	**Limpieza final**			
01	Limpieza	glb	1	0.1
				7.60

Fuente: Elaboración propia

La ruta crítica del modelo, igual que las otras anteriores, dependen una de la otra, está conformada por la totalidad de las actividades, debido a que se trata de un proceso constructivo rápido, secuencial y liviano, donde cada etapa depende de la finalización de la anterior, permitiendo una ejecución continua y sin retrasos.

Figura 38: Ruta crítica de modelo material cartón



Id	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1	**PRELIMINARES**	**0.06 días**	
2	Limpieza inicial	0.5 horas	
3	Trazo y nivelación	0.4 horas	
4	**MOVIMIENTO DE TIERRA**	**0.11 días**	
5	Descapote	0.5 horas	3
6	Preparación de firme y accesos	0.4 horas	5
7	**FUNDACIONES**	**0.15 días**	
8	**Otros tipos de fundaciones**	**0.15 días**	
9	Cajas de cerveza plásticas	0.8 horas	6
10	Arena total	0.4 horas	9
11	**ESTRUCTURAS DE MADERA**	**0.11 días**	
12	Clavijas de madera (cerramiento)	0.4 horas	10
13	Clavijas de madera (techo)	0.2 horas	12
14	Premarco de Madera	0.3 horas	13
15	**PISOS**	**0.23 días**	
16	**Otros tipos de pisos**	**0.11 días**	
17	Láminas de plywood (1.22 m X 2.44 m)	0.4 horas	14
18	Tubos de cartón Ø108 mm (refuerzo piso)	0.3 horas	17
19	Lata de espuma de poliuretano (rendimiento de 30 a 45 L)	0.2 horas	18
20	**Paredes Especiales**	**0.11 días**	
21	Tubos de cartón Ø108 mm	0.9 horas	19
22	**TECHOS Y FACIAS**	**0.18 días**	
23	**Estructura de madera y cubierta**	**0.18 días**	
24	Tablero de madera contrachapada	0.4 horas	21
25	Tubos de cartón Ø108 mm	0.2 horas	24
26	Viga perimetral de madera aglomerada	**0.3 horas**	**25**
27	Lona plástica impermeable (4.80 x 3.6)	0.3 horas	26
28	Cuerdas para tensado y sujeción	0.2 horas	27
29	**PUERTAS**	**0.03 días**	
30	Puerta especial (madera)	0.2 horas	28
31	**VENTANAS**	**0.03 días**	
32	Ventanas basculantes (madera)	0.2 horas	30
33	**LIMPIEZA FINAL**	**0.01 días**	
34	Limpieza	0.1 horas	32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Totalidades de costos de vivienda tipo cartón

ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
010	**Preliminares**				
01	Limpieza inicial	m²	36	C$ 25.00	C$ 900.00
02	Trazo y nivelación	m²	36	C$ 50.00	C$1,800.00
020	**Movimiento de tierra**				
01	Descapote	m³	4.32	C$ 125.00	C$ 540.00
2	Preparación de firme y accesos	glb	1	-	-
030	**Fundaciones**				
01	Otros tipos de fundaciones				
	Cajas de cerveza plásticas	und	54	C$ 320.00	C$ 17,280
	Arena total	m³	1.1	C$ 750.00	C$ 810.00
033	**Estructuras de madera**				
	Clavijas de madera (cerramiento)	un	143	C$4,333.33	C$4,333.33
	Clavijas de madera (techo)	und	26	C$ 787.88	C$ 787.88
	Premarco de Madera	m	16.98	C$2,600.00	C$2,600.00
040	**Pisos**				
01	Otros tipos de pisos				
	Láminas de plywood (1.22 m X 2.44 m)	un	12	C$ 400.00	C$4,800.00
	Tubos de cartón Ø108 mm (refuerzo piso)	und	38	(2)	(2)
	Lata de espuma de poliuretano (rendimiento de 30 a 45 L)	un	11	C$ 350.00	C$3,850.00
055	**Paredes especiales**				
	Tubos de cartón Ø108 mm	und	143	(2)	(2)

060	**Techos y fascias**				
01	Estructura de madera y cubierta				
	Tablero de madera contrachapada	m²	50.86	C$6,834.18	C$6,834.18
	Tubos de cartón Ø108 mm	un	12	(2)	(2)
	Viga perimetral de madera aglomerada	m	48.01	C$4,500.94	C$4,500.94
	Lona plástica impermeable (4.80 x 3.6)	und	2	C$ 850.00	C$1,700.00
	Cuerdas para tensado y sujeción	m	60	C$ 50.00	C$3,000.00
012	**Puertas**				
02	Puerta especial (madera)	un	1	C$1,650.00	C$1,650.00
013	**Ventanas**				
01	Ventanas basculantes (madera)	und	3	C$1,250.00	C$3,750.00
	Totales generales				**C$59,136.33**

Fuente: Elaboración propia

Nota: (1) Fabricado por taller de carpintería de preferencia. (2) Propuesta de suministro por Compañía Recicladora de Nicaragua S.A.

Total de la vivienda material cartón: C$59,136.33

3.15 Evaluación comparativa

Según el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR), el acomodamiento de las viviendas va más allá de un espacio físico para residir. Este debe incluir la seguridad, asequibilidad, accesibilidad, ubicación y disponibilidad de materiales e infraestructura. En este sentido, y tras presentar el análisis los materiales, procesos necesarios para la construcción de cada modelo de vivienda, y la creación de un presupuesto por modelo de vivienda, se procederá a realizar una comparativa económica entre los cuatros modelos de emergencia para la búsqueda de puntos fuertes y débiles de cada uno.

Para la evaluación se utilizó una escala cuantitativa de 1 a 5 (escala de valoración ascendente), la cual permite la comparación de fortalezas y debilidades en términos de desempeño, costos y posibilidad de implementación real en el contexto local. Esta metodología se fundamenta mediante los estándares internacionales promovidos por el ACNUR. Asimismo, los criterios de evaluación se complementan con normativas y guías nacionales, como los establecidos por el SINAPRED.

La comparativa incluye: criterios de costos y logística, que son indispensables cuando existen presupuestos limitados por las condiciones locales; criterios de habitabilidad y seguridad, que contemplan el confort térmico y la estabilidad estructural; criterios de durabilidad y sostenibilidad que radican en la posibilidad de reutilización, viabilidad de mantenimiento y la vida útil el modelo; Y criterios constructivos y técnicos, que son los factores como la mano de obra, simplicidad constructiva, tiempo de montaje y facilidad de transporte.

Por tanto, el sistema de valoración de la Tabla 25 permite evaluar los criterios propuestos mostrando que una puntuación baja no implica que sea inadecuado en absoluto, sino una menor correspondencia entre el modelo y dicho criterio en comparación con los demás. A continuación, se presenta la tabla resumen que organiza las valoraciones asignadas a los diferentes modelos, donde se muestra el comportamiento relativo de cada uno sujeto a la escala de valoración fijada.

Escala de evaluación:

1 = Muy deficiente | 2 = Deficiente | 3 = Aceptable | 4 = Bueno | 5 = Excelente

Tabla 25: Criterios de evaluación de modelos de viviendas

Criterio	Carpa	Contenedor	Mediagua	Paper Log House
Presupuesto total	5	3	2	5
Costo de materiales	5	4	1	5
Mano de obra requerida	5	3	3	4
Facilidad de construcción	5	3	2	4
Manejo y disponibilidad de materiales	5	3	4	4
Vida útil	3	5	5	2
Ocupación	5	3	5	3
Adaptación al clima	3	3	5	2
Tiempo de montaje	5	5	3	4
Facilidad de transporte	5	5	3	5
Aislamiento térmico	3	2	4	3
Resistencia al deterioro	4	5	4	2
Reutilización	4	5	5	3
Mantenimientos requeridos	5	4	4	2
Flexibilidad / adaptación	3	4	4	4
Peso total	2	2	5	5
Versatilidad	4	4	4	4
Autoabastecimiento	2	3	3	1

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la evaluación comparativa evidencia que las alternativas de modelos se organizan según su función y prestaciones: la carpa y el cartón presentan valores relativamente altos (4-5) que se orientan a soluciones inmediatas por su bajo coste, rapidez de montaje y facilidad de transporte, aunque con valores medios (2-3) de menor durabilidad. En cambio, el contenedor y la madera aportan mayor seguridad y vida útil con valores altos (4-5), pero requieren mayor inversión, mantenimiento y proceso de montaje, por tanto, representan valores visiblemente bajos (2-3).

3.15.1 Viabilidad del modelo de vivienda tipo carpa

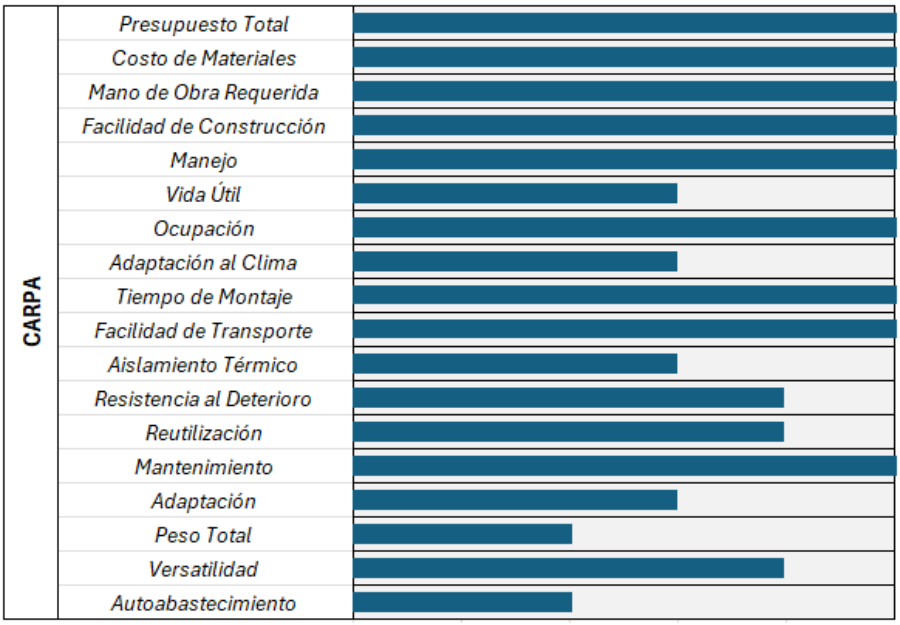
El diseño de este tipo de vivienda por sus dimensiones permite alojar numerosas familias en un espacio único, sin requerir obras previas compleja. El montaje es rápido, ya que, en menos de una hora, y con la ayuda de solo dos personas, es instalada sin tantas complicaciones, requieren un mantenimiento mínimo, a esto hay que sumarle su rapidez de montaje y la capacidad de almacenarlas.

Su bajo costo, bajo mantenimiento y la posibilidad de reducir dichos costos con el uso de mano de obra local, convierte a este modelo en una alternativa práctica, accesible y eficiente en una gran respuesta en contextos de emergencias.

Al asentarse directamente sobre el terreno, es imprescindible preparar el suelo antes de su instalación, lo que provoca mayor tiempo antes de poder utilizarlo. Cómo se utilizan lonas, el paso del tiempo expone dicho material a condiciones climáticas que deterioran el mismo, haciendo necesarias las reparaciones cada cierto tiempo.

Además, al no ofrecer una adaptabilidad alta, su uso depende de varios factores externos que aumentan los costos de instalación. El costo por transporte también resulta muy variable, estando condicionado por el acceso que se permita en cuanto a las vías de transporte.

Gráfica 1: Resumen general de viabilidad de vivienda tipo Carpa



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la Gráfica 1 muestra que la carpa destaca por su bajo costo, facilidad de construcción, transporte y rapidez de montaje. Sin embargo, presenta limitaciones en vida útil, aislamiento térmico y adaptación al clima, lo que indica que es una alternativa temporal, adecuada para respuestas rápidas, pero no para uso prolongado.

3.15.2 Viabilidad del modelo de vivienda tipo contenedor

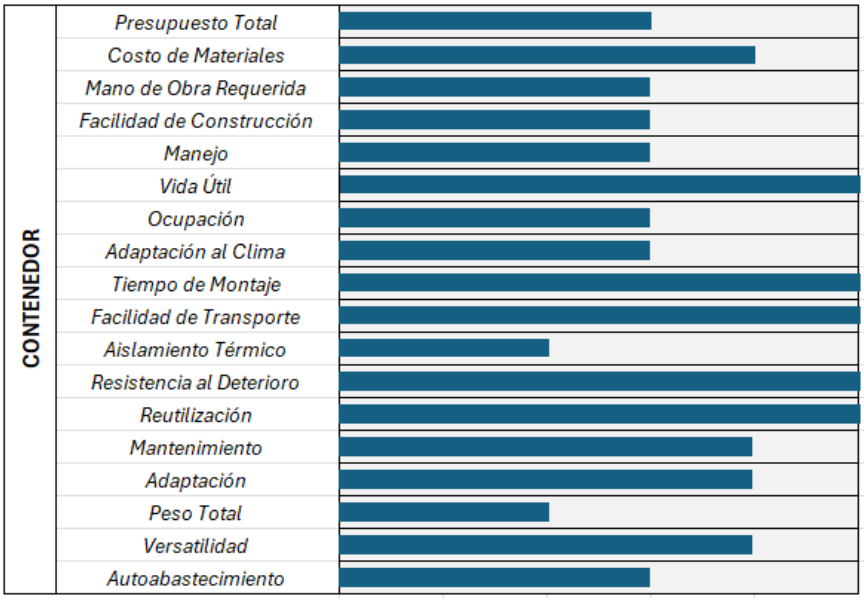
El contenedor es una buena opción como solución de vivienda temporal, siempre que se realicen adaptaciones mínimas, tales como la instalación de aislamiento térmico, ventilación cruzada y protección de pintura anticorrosiva. Su desempeño mejora considerablemente cuando se emplea como módulo individual o en sistemas modulares, especialmente en zonas con acceso vehicular.

Este modelo se distingue por sus características físicas como su alta resistencia estructural, lo que le permite soportar las condiciones adversas en situaciones de emergencia, su instalación es rápida y eficiente, ya que permite la reutilización de materiales, favoreciendo la reducción de residuos y aprovechando estructuras ya

existentes. Resulta fácil de transportar debido a sus medidas estandarizadas, y ofrece un muy buen nivel de seguridad para las familias.

Este modelo en su estado base presenta un aislamiento térmico bajo, lo que puede afectar al confort interior de las familias afectadas si tomamos en cuenta el clima extremo. Su gran peso dificulta el transporte de este y el montaje, a ello se le debe sumar el hecho de que tiene un espacio interior limitado que restringe una distribución dentro del mismo más flexible y personalizada. En climas húmedos se puede dar la posibilidad de corrosión si no se prevé un tratamiento preventivo y adecuado, comprometiendo la durabilidad a la larga.

Gráfica 2: Resumen de viabilidad de vivienda tipo Contenedor



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 2 de datos comparados nos indica que el modelo contenedor presenta alta durabilidad, resistencia al deterioro y gran posibilidad de reutilización, lo que lo convierte en una opción sólida para alojamientos de emergencia más prolongados. Además, su tiempo de montaje es rápido y requiere poco mantenimiento, aunque su costo, peso y transporte pueden ser mayores en comparación con otras alternativas.

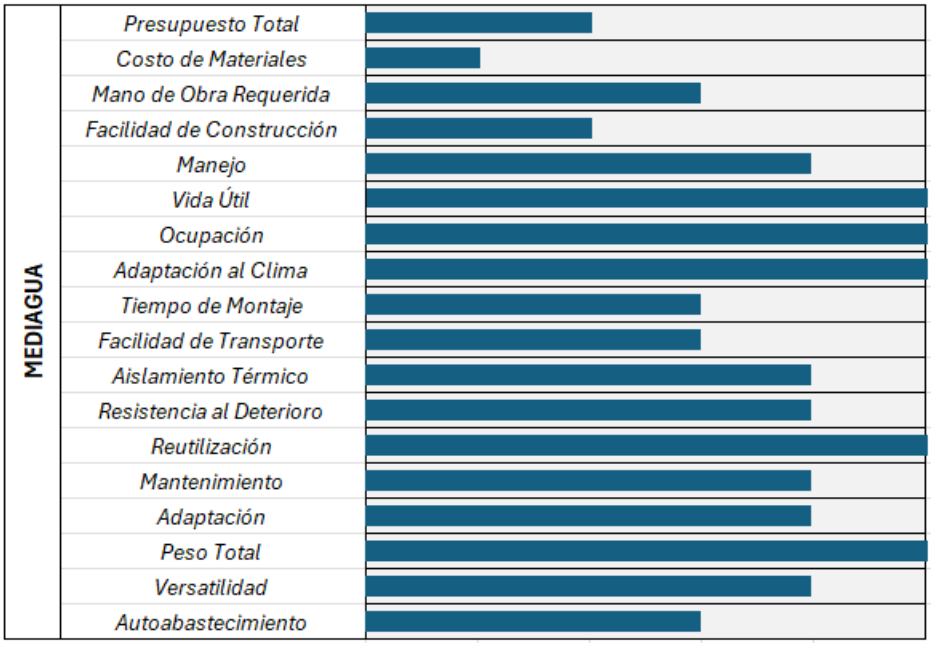
3.15.3 Viabilidad del modelo de vivienda con material de madera

Este modelo está diseñado para ofrecer rapidez de instalación y que sea funcional en situaciones de emergencia. Requiere de herramientas sencillas, las cuales están al alcance de una comunidad puede manipular.

El diseño con una lámina plástica en la base mejora la permeabilidad y el suelo aporta estabilidad, ya que está compuesto por tablas de madera clavadas a las vigas. Su vida útil es de aproximadamente entre seis a doce meses, lo cual permite a las familias afectadas poder construir su vivienda. Además, el mantenimiento resulta sencillo, ya que se emplean materiales locales de fácil manejo, y a su vez reduce costos, tiempo de construcción y recursos necesarios.

El uso de materiales sin tratar como la madera puede provocar deterioro más rápido si tomamos en cuenta condiciones climáticas. A ello se le suma que el costo de mantenimiento depende en gran medida del clima. Es de la que más tiempo de ensamblaje posee por su variedad de pasos de instalación. No permite agrupar espacios por su tamaño y tampoco puede desmontarse por completo para su traslado, lo que deja residuos en su reutilización.

Gráfica 3: Resumen de viabilidad de vivienda tipo Mediagua



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 3 de datos comparados muestra que la vivienda de madera ofrece alta vida útil, buena adaptación al clima y mayor estabilidad, lo que la hace adecuada como solución de transición habitacional. No obstante, requiere más tiempo de montaje, mayor mano de obra y un presupuesto más alto, aunque proporciona mejor confort y durabilidad en comparación con soluciones temporales.

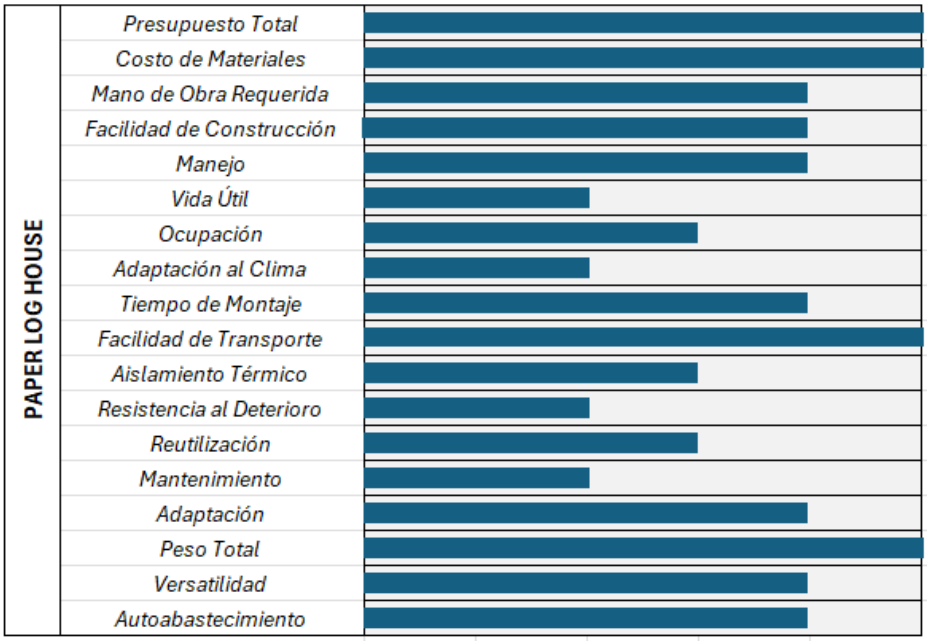
3.15.4 Viabilidad del modelo de vivienda con material de cartón

Se compone de diferentes paneles prefabricados necesarios para formar la estructura principal. Se destaca por su montaje rápido y relativamente sencillo, además de su bajo costo y la facilidad de transportarlo, lo convierte en una opción práctica para enfrentar situaciones post-desastre.

Este modelo se caracteriza por su rápida construcción, ya que no requiere previa preparación del terreno ni excavaciones. Al encontrarse elevado sobre el nivel de suelo, brinda mayor seguridad y confort a las familias, protegiéndolas frente a inundaciones, humedad y la presencia de animales pequeños. Emplea eficazmente materiales reciclados y locales, resultando en una amortiguación de costos. Permite una construcción con herramientas básicas, apoyándose de los elementos prefabricados y en tiempo reducidos.

Una correcta instalación exige una mano de obra con conocimientos técnicos a la cabeza, un manual o el conjunto de planos, especialmente en la colocación de cada uno de los elementos prefabricados en el montaje y uniones estable. Una vez finalizado su periodo de utilización, no es posible su mantenimiento debido al desgaste natural de los materiales reciclados. Presenta una menor durabilidad en comparación con modelos que incorporan cubiertas rígidas.

Gráfica 4: Resumen general de viabilidad vivienda tipo Paper Log House



Fuente: Elaboración propia

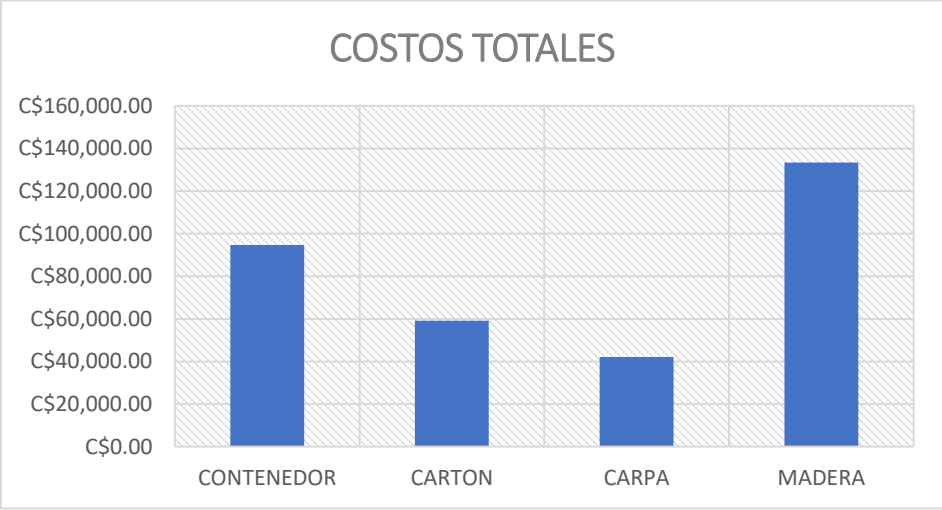
La Gráfica 4 de datos comparados muestra que la vivienda de cartón por su bajo costo de materiales, facilidad de transporte y rápida construcción, lo que la hace adecuada para emergencias inmediatas. Además, presenta buena versatilidad y reutilización, aunque su vida útil y resistencia al deterioro son más limitadas en comparación con soluciones más permanentes.

3.15.5 Análisis de la comparación evaluativa

En términos de costos totales, la vivienda de madera es la más elevada, con C$ 133,353.00, seguida del contenedor, con C$ 94,681.00. Por su parte, el modelo de cartón presenta un costo intermedio de C$ 59,136.33, mientras que la carpa constituye la alternativa más económica, con C$ 40,564.00, siendo la opción más accesible para atención inmediata.

A continuación, se muestra la comparativa de costos totales de los cuatro tipos de viviendas temporales en la Grafica 5: Costos totales de viviendas de emergencia y la Tabla 26: Resúmenes de costos totales y tiempos montaje.

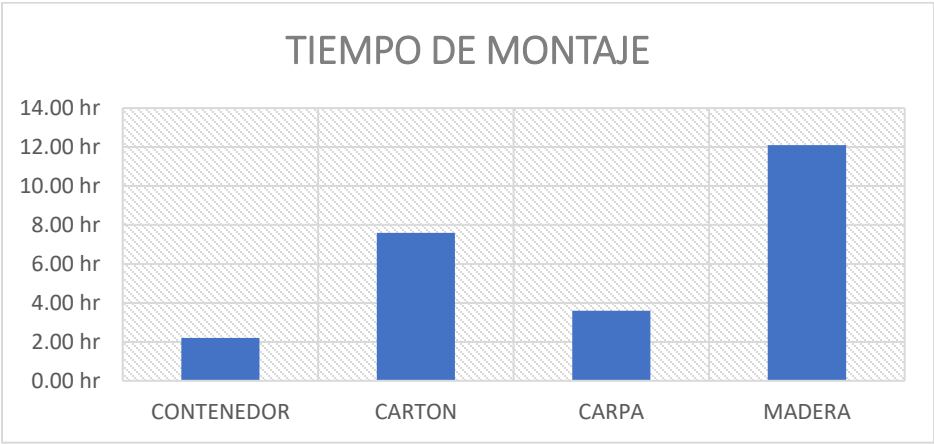
Gráfica 5: Costos totales de viviendas de emergencia



Fuente: Elaboración propia

Respecto al tiempo de montaje, el contenedor es el modelo de vivienda temporal de menos tiempo, con una duración de 2,20 horas, ya que consiste únicamente en su transporte y ubicación en el sitio. Le sigue la vivienda tipo carpa, con un tiempo de ensamblaje de 3,60 horas. Por su parte, el modelo de cartón requiere 7,60 horas, y la vivienda de madera presenta la mayor duración, con 12,10 horas, debido a que su sistema constructivo es complejo. A continuación, en el Grafica 6: Tiempo de montaje de viviendas de emergencia se muestra la comparativa de tiempos de ensamblaje de todos los tipos de viviendas temporales.

Gráfica 6: Tiempo de montaje de viviendas de emergencia



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los datos presentados en la Tabla 26: Resúmenes de costos totales y tiempos de montaje, la comparación muestra de manera general que los cuatro modelos presentan diferencias significativas en costos y tiempos de instalación, lo que influye directamente en su aplicabilidad en contextos de emergencia.

Tabla 26: Resúmenes de costos totales y tiempos montaje

COSTO TOTAL	
CONTENEDOR	C$94,681.00
CARTÓN	C$59,136.33
CARPA	C$40,564.00
MADERA	CS 133,353.00

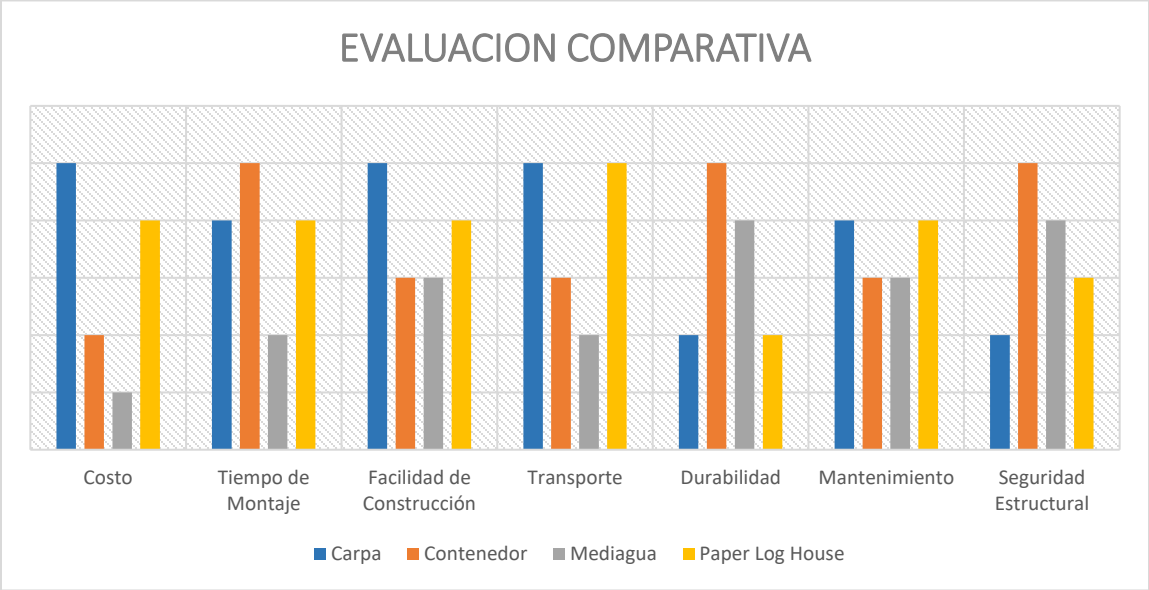
TIEMPO DE MONTAJE	
CONTENEDOR	2.20 hr
CARTÓN	7.60 hr
CARPA	3.60 hr
MADERA	12.10 hr

Fuente: Elaboración propia

Algunas alternativas destacan por su bajo costo y rápida implementación, mientras que otras requieren mayor inversión y más tiempo de montaje, pero ofrecen mayor estabilidad y durabilidad. Por ello, la elección del modelo depende del tipo de emergencia, los recursos disponibles y el tiempo de respuesta requerido.

Con todo lo antes analizado demostraremos un gráfico general que compara cada una de las viviendas, como se verá en la Grafica 7:Evaluación comparativa general de viviendas.

Gráfica 7: Evaluación comparativa general de viviendas



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Gráfica 7, el modelo tipo carpa destaca por su bajo costo, rápida instalación y alta facilidad de transporte, lo que lo convierte en una solución adecuada para respuestas inmediatas ante emergencias, aunque presenta baja durabilidad y limitada seguridad estructural. Por su parte, el contenedor ofrece muy alta durabilidad y seguridad estructural, además de un tiempo de montaje muy rápido, lo que lo posiciona como una alternativa adecuada para emergencias prolongadas, aunque con un costo más elevado.

La mediagua de madera presenta alta durabilidad y seguridad, pero requiere un mayor costo y un tiempo de montaje más lento, siendo más apropiada para soluciones de transición habitacional. Finalmente, el modelo Paper Log House se caracteriza por su bajo costo, rapidez de construcción y facilidad de transporte, utilizando materiales reciclados, lo que lo hace viable para situaciones de emergencia inmediata, aunque con menor durabilidad en comparación con otros sistemas constructivos.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

4.1 Conclusiones

La presente investigación permitió comparar de manera técnica cuatro modelos de viviendas temporales de construcción rápida para situaciones post-desastre en la ciudad de Managua, a partir de un enfoque metodológico que comprendió un diseño arquitectónico mediante el software Revit, un análisis de costo y presupuesto, y, por último, una evaluación comparativa que evidenció las diferencias técnicas y económicas entre modelos de viviendas temporales.

El uso del software Autodesk Revit para el desarrollo de los modelados tridimensionales permitió generar y crear desde cero planos arquitectónicos, con sus diferentes vistas y detalles constructivos.

Gracias a una de las funciones que ofrece este software, se pudieron obtener tablas de planificación como la información de materiales, áreas y volúmenes de los modelos, lo que permitió la elaboración de un Take Off que dio base para el análisis de costos.

La elaboración de presupuestos individuales para cada diseño de vivienda temporal, a partir de costos de materiales locales y el uso de hojas de cálculo, permitió estimar de manera técnica y detallada los alcances económicos necesarios para su realización y operación.

El análisis evidenció diferencias claras como: la vivienda de madera presentó el mayor costo con C$ 133,353.00 y el mayor tiempo de montaje (12.10 horas), seguida del contenedor con C$ 94,681.00 y 2.20 horas, siendo este el sistema más rápido. El modelo de cartón registró C$ 59,136.33 y 7.60 horas, mientras que la carpa resultó la opción más económica con C$ 40,564.00 y un tiempo de 3.60 horas.

El análisis comparativo demuestra que la viabilidad de los modelos de viviendas temporales en Managua depende de criterios como costo, tiempo de montaje, durabilidad y habitabilidad. La carpa y la Paper Log House resultan adecuadas para respuestas inmediatas por su bajo costo y rápida instalación, mientras que el contenedor y la mediagua de madera ofrecen mayor seguridad, resistencia y permanencia. Por tanto, la selección del modelo debe responder estratégicamente a su viabilidad económica y rapidez de respuesta en contextos de emergencia.

4.2 Recomendaciones

- Implementar en planes de atención post-desastre los modelos de viviendas temporales, permitiendo una evolución para los refugios temporales de rápida y fácil instalación en el país.
- Incorporar en los procesos de viviendas temporales estrategias para la construcción de partes prefabricadas de los modelos de vivienda, para ejecutar con mayor eficiencia y menores costos, contemplando el uso de materiales reciclados y locales.
- Integrar en la etapa de diseño, criterios de acondicionamiento térmico, ventilación natural y protección de superficie de los módulos de calidad (barniz para estructuras de madera y pintura anticorrosiva para estructuras metálicas)
- Evaluar los modelos de vivienda con ensayos de desempeño para confort térmico y habitacional, así como un análisis de implementación en planes de emergencia vigentes por instituciones, con el fin de optimizar la selección de viviendas de emergencia en función de situaciones post-desastre y necesidades específicas.
- Se recomienda implementar un seguimiento y control periódico de los modelos de viviendas temporales, donde se abarquen aspectos como la verificación del proceso constructivo, el desempeño estructural y mantenimiento, así como la evaluación del nivel de confort y satisfacción de los usuarios, con el fin de optimizar su implementación en contextos post-desastre.

4.3 Bibliografía

Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados. (2023, Agosto 23). *Albergues*. Obtenido de UNHCR: https://www.acnur.org/emergencias/albergues

Archdaily. (2013, Mayo 29). *Vivienda de Emergencia Definitiva (VED) / John Saffery Gubbins*. Obtenido de Archdaily: https://www.archdaily.cl/cl/02-263754/vivienda-de-emergencia-definitiva-ved-john-saffery-gubbins

Arquitectura sostenible. (2023, febrero 2023). Obtenido de https://arquitectura-sostenible.es/construyendo-con-carton/

Arquitectura sostenible. (2023, octubre 16). *Hogares prefabricados con tubos de papel para dar refugio a víctimas de catástrofes*. Obtenido de Arquitectura sostenible: https://arquitectura-sostenible.es/hogares-prefabricados-tubos-papel-refugio-victimas-catastrofes/

Asociación Esfera. (2018). *Manual Esfera: Carta Humanitaria y normas mínimas.* Ginebra: Asociación Esfera.

Bendito Muñoz de Cuerva, F., Bris Marino, P., Nuere Menéndez-Pidal, S., & Saint-Supery Ceano-Vivas, M. (2014, Noviembre 12-14). *Prefabricación y vivienda de emergencia.* Obtenido de Archivo Digital UPM Universidad Politécnica de Madrid: https://oa.upm.es/36398/1/INVE_MEM_2014_193513.pdf

Calderón, M. A. (2013, diciembre 8). *Prefabricación y vivienda de emergencia: estudio comparativo de sistemas constructivos industrializados utilizados en viviendas temporales post-desastre: Caso Haití (2010).* Barcelona: Universitat Politécnica de Catalunya. Obtenido de https://web.senapred.cl/viviendas-de-emergencias/

Carpas Shelter. (2023, Diciembre 25). *¿Qué Hace Cruciales a las Carpas de Emergencia en Situaciones de Crisis?* Obtenido de Shelter:

https://www.sheltercarpas.com/que-hace-cruciales-a-las-carpas-de-emergencia-en-situaciones-de-crisis/

Castilla Trujillo, W. J., Oporta Requénez, D. J., & Villagra Oporta , A. M. (2016). *Desastres Naturales que afectan a Nicaragua : una Amenaza Latente. .* Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Comisión Técnica Sectorial de Albergues. (2013). *Guía práctica para la planificación, montaje y coordinación de albergues temporales.* El Salvador: Ministerio de Gobernación de El Salvador.

Econova Institute of Architecture and Engineering. (2021, Agosto 11). *Arquitectura de emergencia*. Obtenido de Econova: https://econova-institute.com/arquitectura-de-emergencia/

Gutiérrez Pinzón, G. A. (2014). *Flexibilidad - definición de estrategias proyectuales de la arquitectura flexible, para el desarrollo de una matriz de lineamientos aplicada a equipamientos educativos de la primera infancia.* (37-44 ed.). Bogotá: Universisad de los Andes.

Herocont. (2023, Noviembre 12). *Módulos de Vivienda de Emergencia*. Obtenido de Herocont: https://www.herocont.com/es/edificios-modulares/contenedores-modulares/terremoto-contenedor-de-desastres/

Laguna Sánchez, S. d., & Velázquez Herrera, J. J. (2014). *Vivienda de emergencia.* Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Maiztegui, B. (2020, Mayo 17). *Arquitectura de emergencia, ¿construcción local o prefabricación?* Obtenido de Archdaily: https://www.archdaily.cl/cl/939302/arquitectura-de-emergencia-construccion-local-o-prefabricacion

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2004). *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD): Gestión del riesgo.* UNDRR. Obtenido de

https://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf

ONU-Habitat. (2024, Septiembre 18). *Elementos de una vivienda adecuada*. Obtenido de ONU-Habitat: https://onu-habitat.org/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada#:~:text=Habitabilidad,la%20salud%20y%20peligros%20estructurales.

Organización de los Estados Americanos. (1990, Diciembre). *Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños.* Obtenido de Organización de los Estados Americanos: https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/begin.htm#Contents

Peralta Balladares , Y., & Cuarezma Latino, X. (2018). *Familias ante desastres naturales. Estudio de dos casos, miembros de dos familias, del Albergue la Menem, y su integración al nuevo contexto: Barrio Villa Dignidad, en el distrito VI del municipio de Managua, durante el período 2010-2012.* Managua: Universidad Nacional Autonóma de Nicaragua.

SINAPRED. (2023). *Manual para la administración de albergues, refugios y casas solidarias.* Managua: Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional.

Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres. (2022). *Plan de Respuesta Familiar Multiamenazas.* Managua: SINAPRED.

USAID. (2012). *MANEJO DE ALBERGUES TEMPORALES .* Cortes: USAID.

I. ANEXOS

https://www.dropbox.com/scl/fo/8vf6ywlla23zn1idzyep4/AO-1V8PWHMeTIL7-hGXlWbA?rlkey=vlj3s1t03hyk67jm5mhy1iti7&st=vdaq1teb&dl=0



Figura 39: Modelo de Vivienda Temporal Tipo Carpa



Fuente: es.made-in-china.com

Figura 40: Modelo de Vivienda Temporal Tipo Contenedor



Fuente: es.made-in-china.com

Figura 41: Modelo de Vivienda Temporal Material de Madera

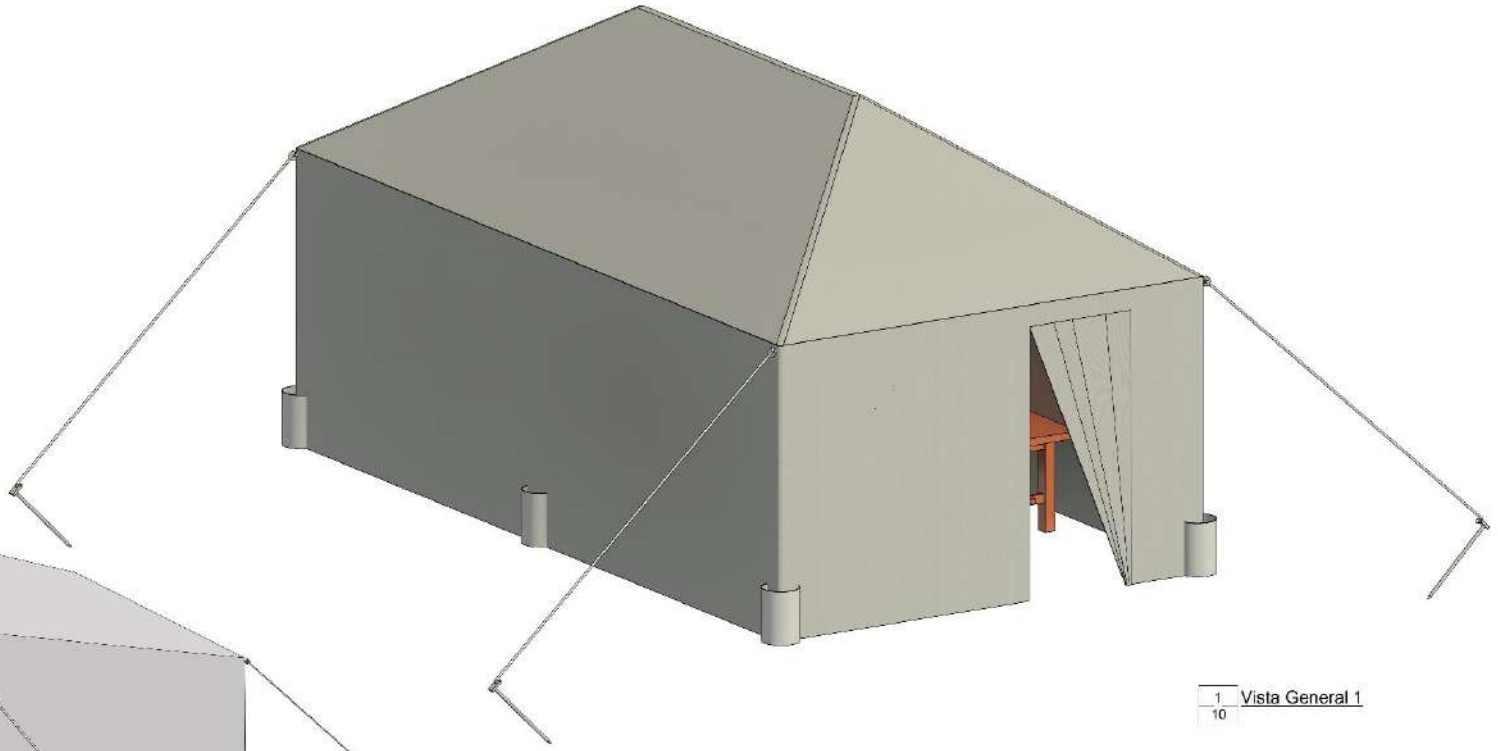


Fuente: www.hogardecristo.cl

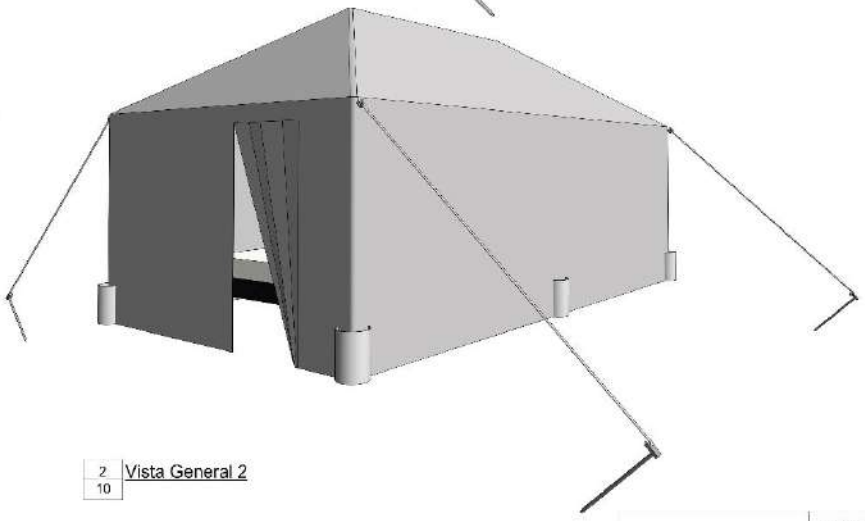
Figura 42: Modelo de Vivienda Temporal Material Cartón



Fuente: decid.co.uk



1/10 Vista General 1



2/10 Vista General 2

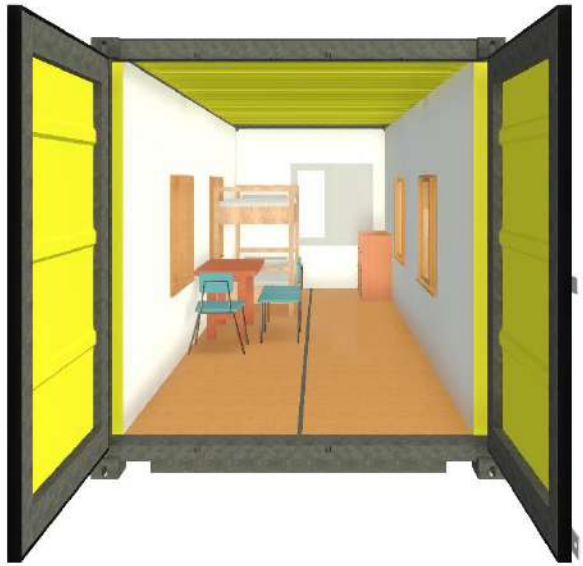
PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Carpa			LAMINA
CONTENIDO:	Vista General	REVISA:	Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	10 DE 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.			
ESCALA:	FECHA: 22/12/2025	UBICACION:	Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



1/5 Vista Exterior 1



2/5 Vista Exterior 2



3/5 Vista Exterior 3

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Contenedor		LAMINA
CONTENIDO:	Vistas Exterior	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	5
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		DE 5
ESCALA:	FECHA: 28/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



1
10 Vista Exterior 1



2
10 Vista Exterior 2

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Madera (Mediagua)			LAMINA
CONTENIDO:	Vista Exterior		REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	10 DE 10
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.			
ESCALA:	FECHA: 08/30/25		UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	

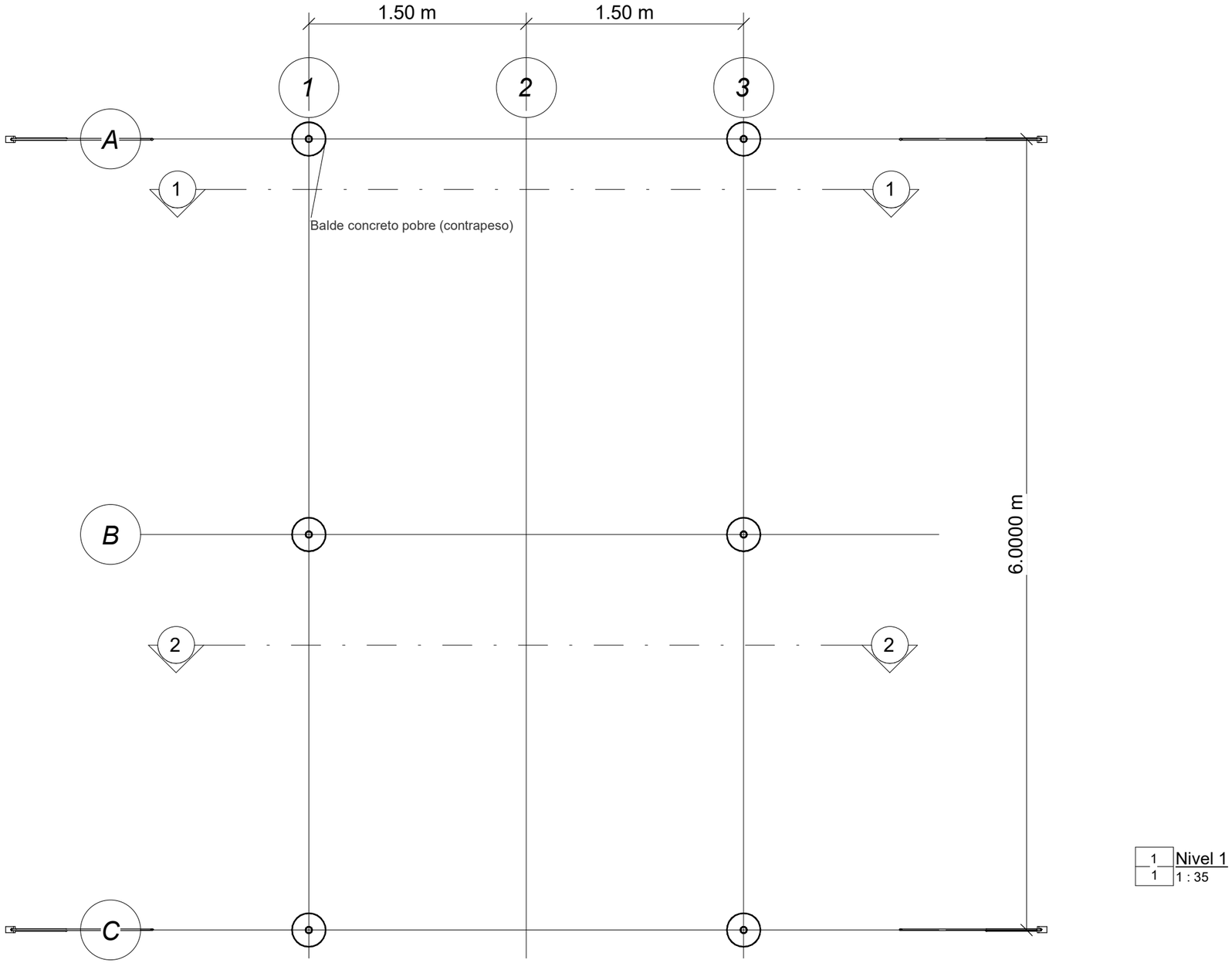


1 Vista Exterior 1



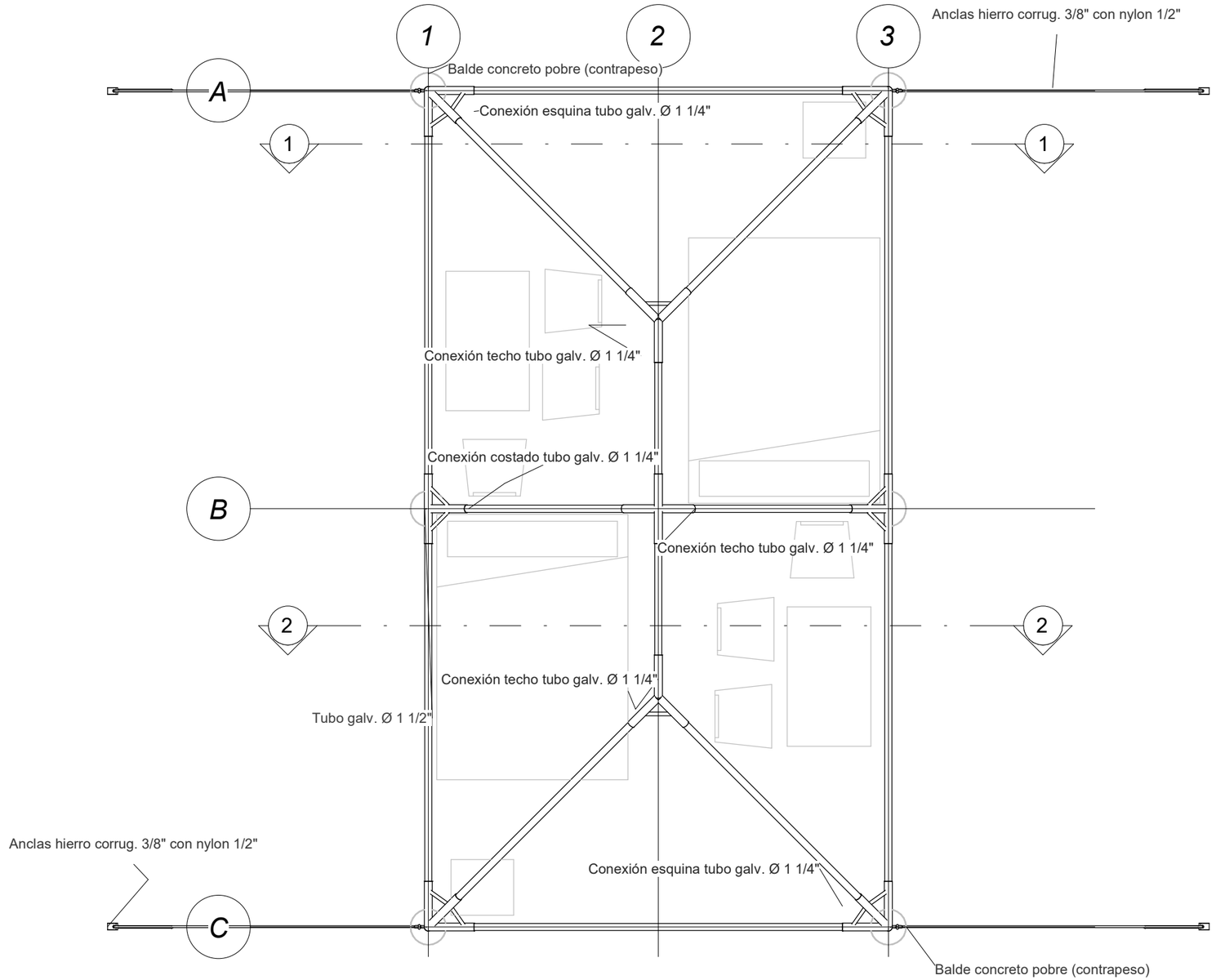
2 Vista Exterior 2

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Cartón (Paper Log House)			LAMINA
CONTENIDO:	Vivienda Material de Cartón	REVISA:	Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F.		Br. Walter Sánchez G.	DE
ESCALA:	FECHA: 22/12/2025	UBICACION:	Ciudad de Managua, Departamento de Managua	13



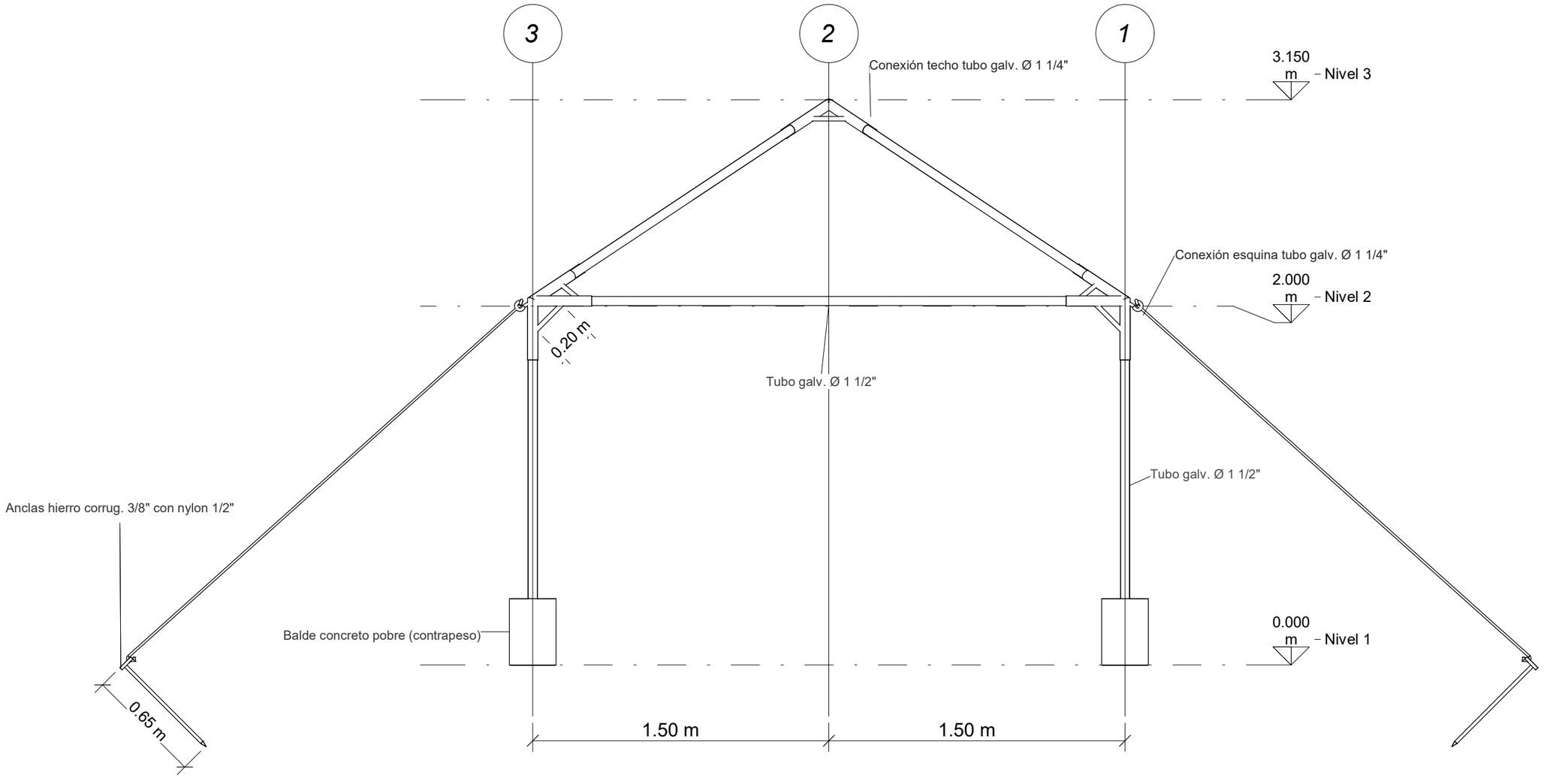
1 Nivel 1
1 : 35

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Carpa		LAMINA
CONTENIDO:	Planta Estructura Base	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	1 DE 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



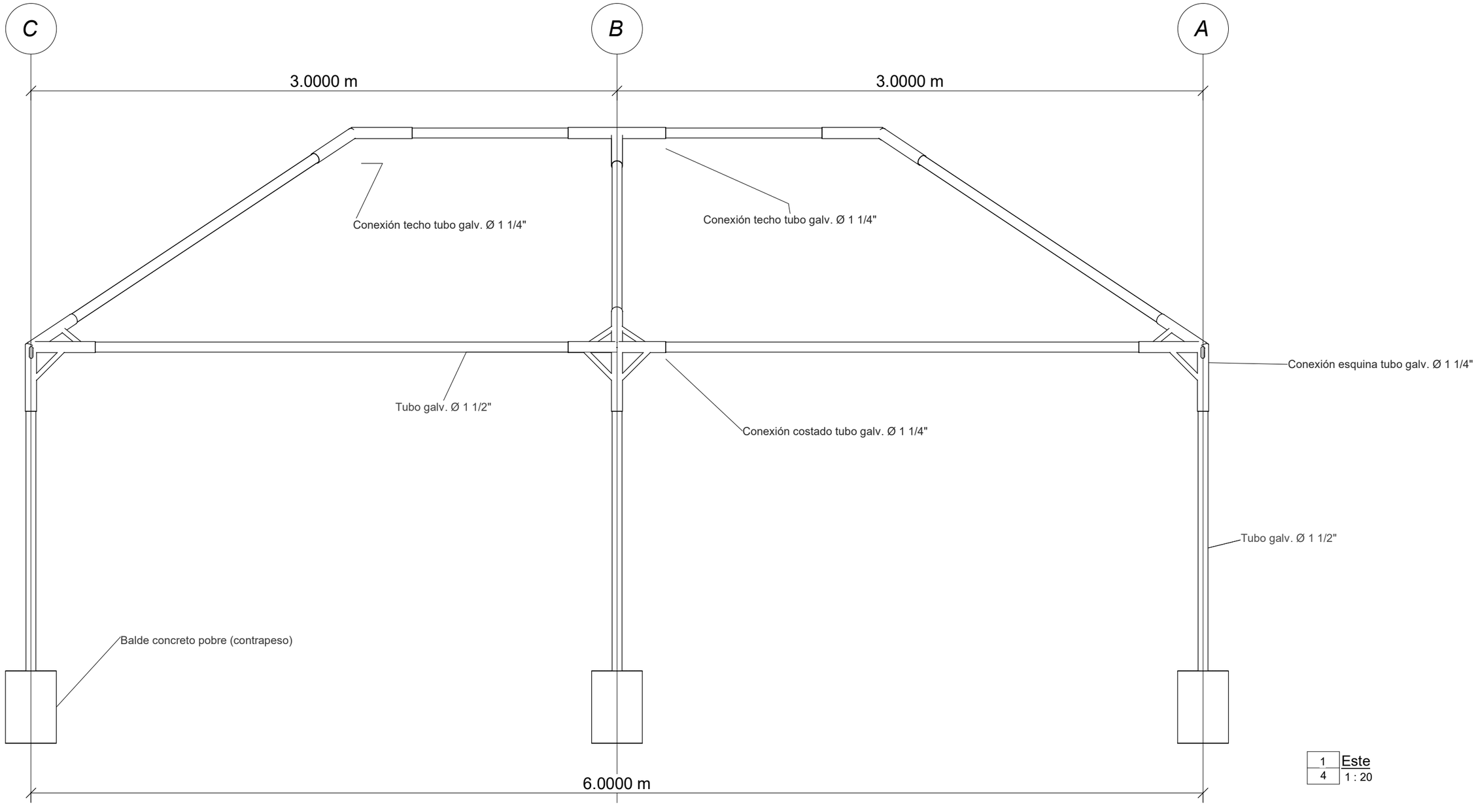
1 Nivel 3
2 1 : 35

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Carpa		LAMINA
CONTENIDO:	Planta Estructura Superior	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	2 DE 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	

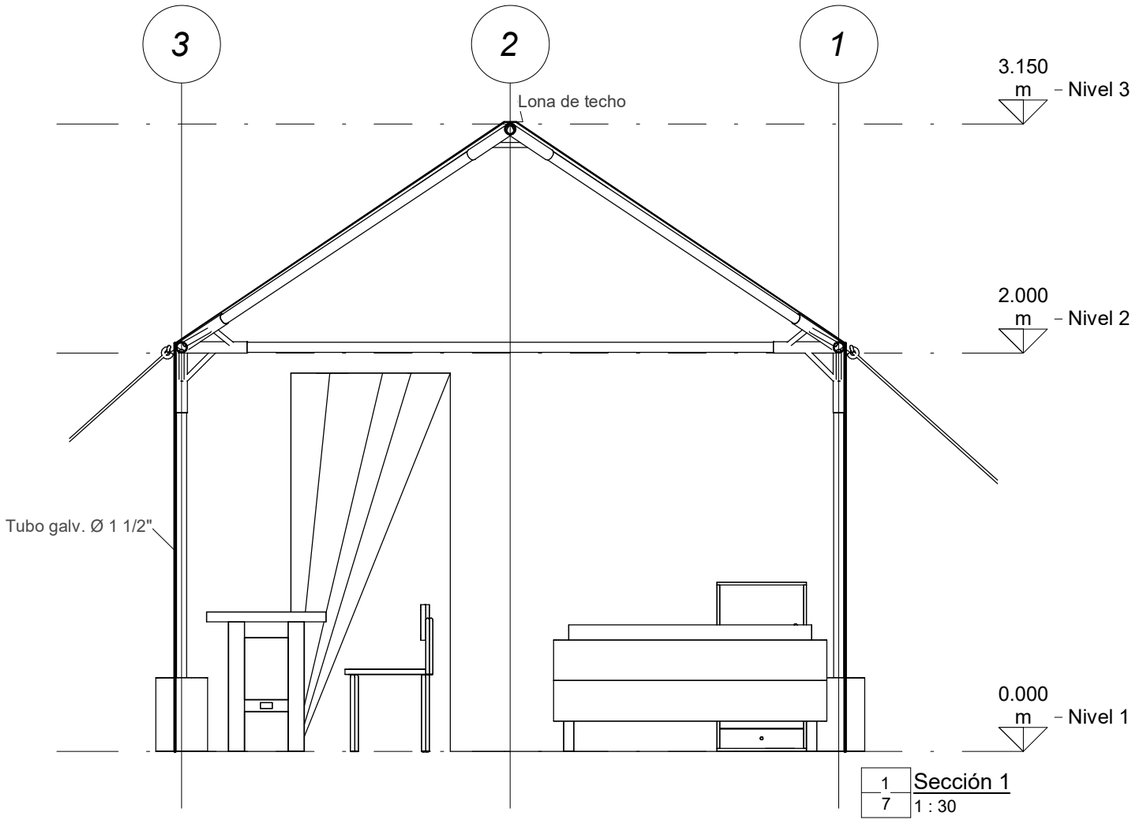


1	Norte
3	1 : 25

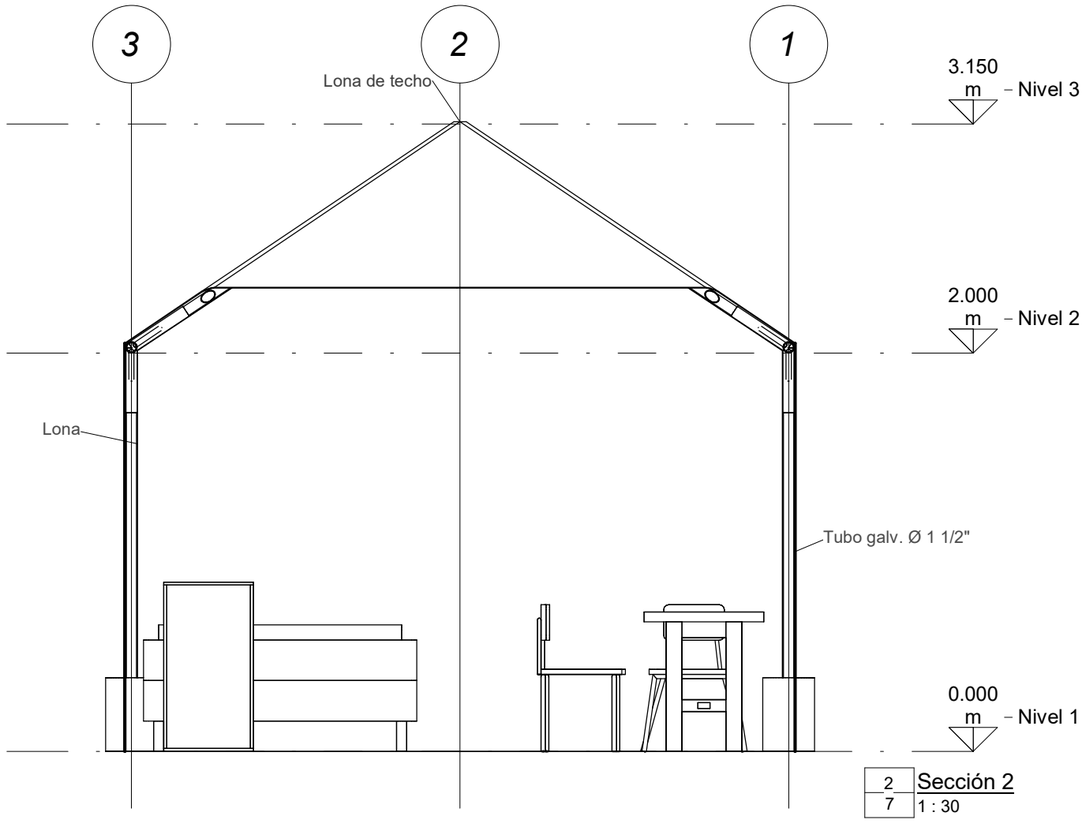
PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Carpa			LAMINA
CONTENIDO:	Vista Norte	REVISA:	Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	3 DE 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.			
ESCALA: 1 : 25	FECHA: 22/12/2025	UBICACION:	Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Carpa		LAMINA
CONTENIDO:	Vista Este	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	4
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		DE 13
ESCALA: 1 : 20	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	

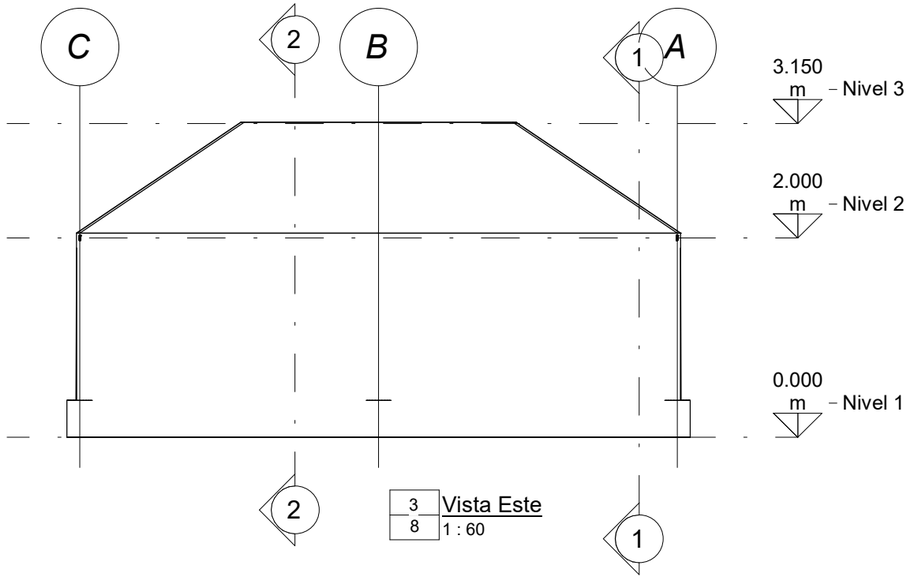


1/7 Sección 1
1 : 30

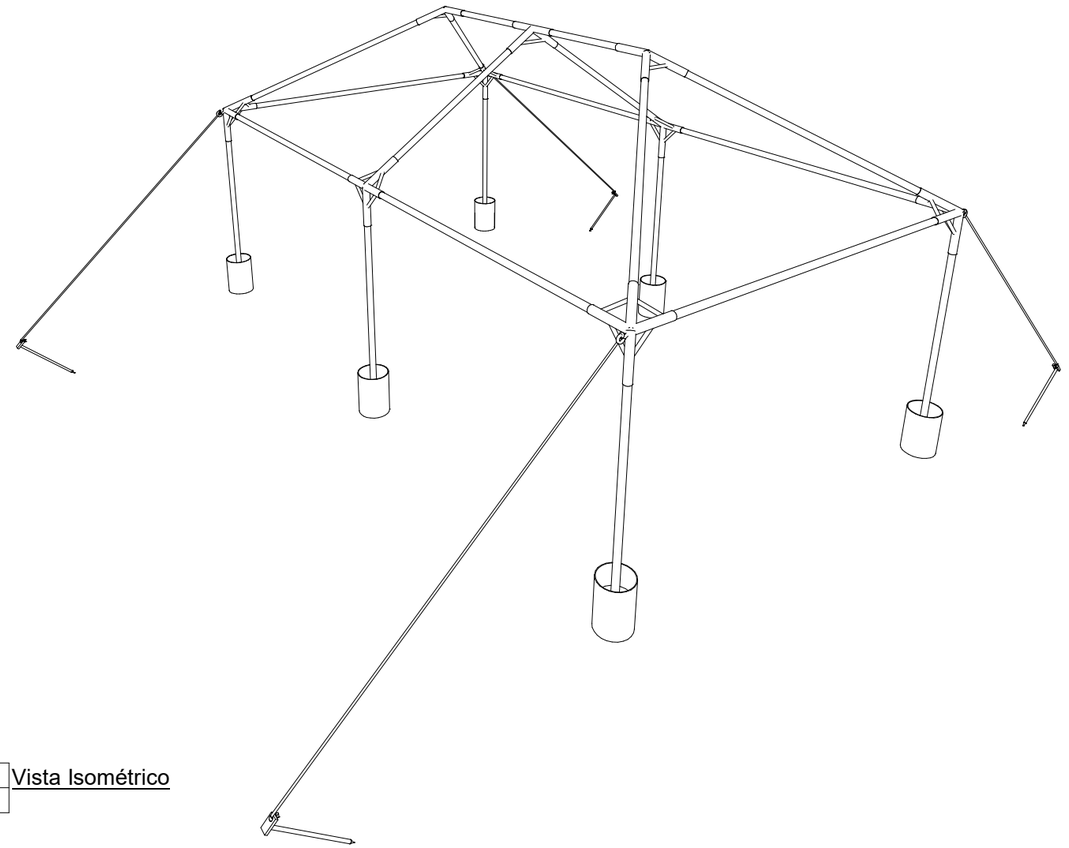


2/7 Sección 2
1 : 30

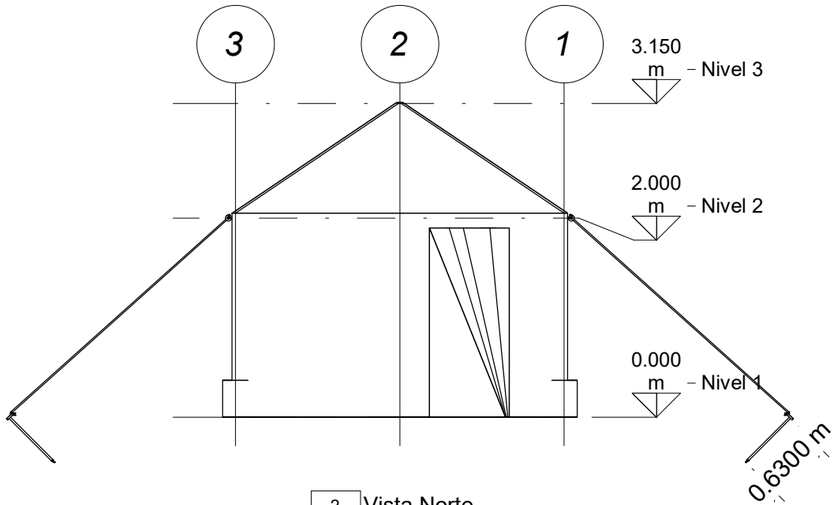
PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Carpa		LAMINA
CONTENIDO:	Vista Secciones	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	7
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		DE 13
ESCALA: 1 : 30	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



3 / 8 Vista Este
1 : 60

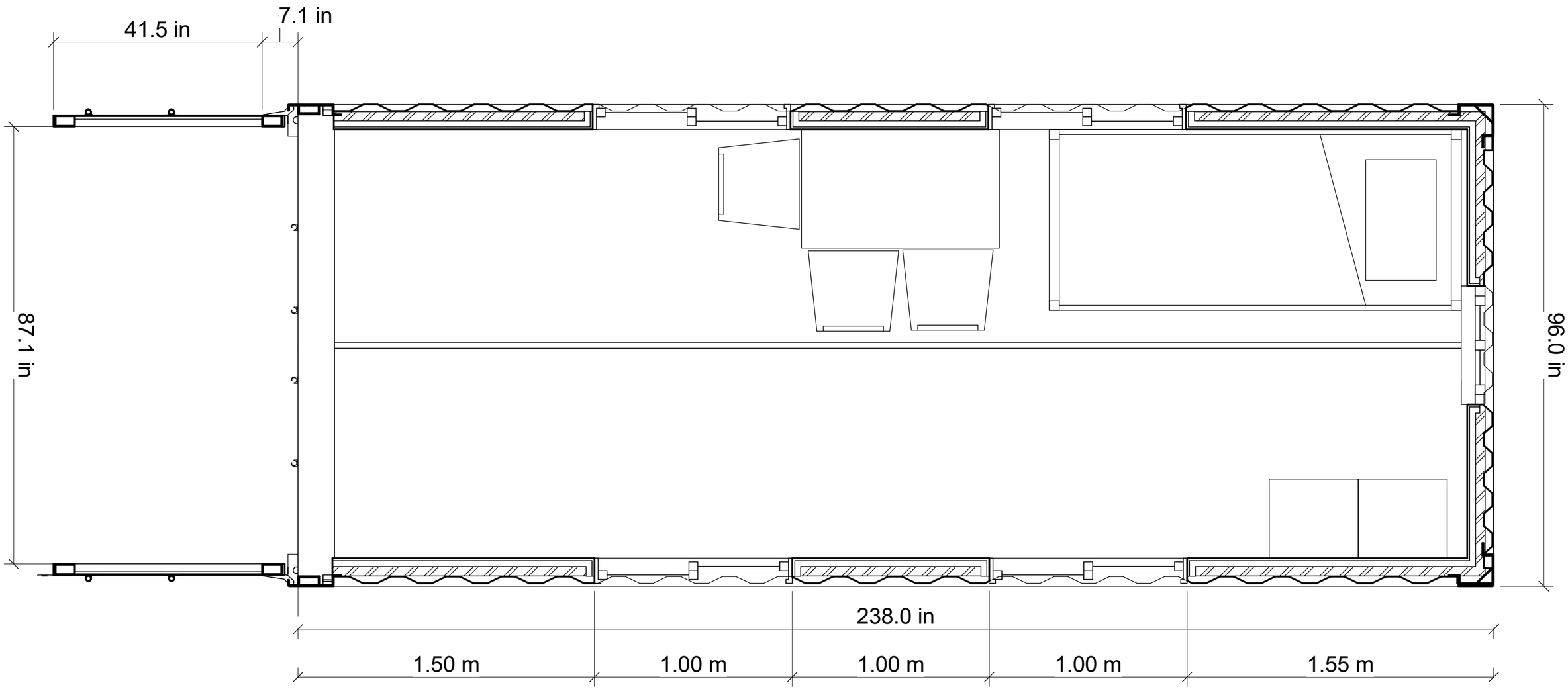


1 / 8 Vista Isométrico



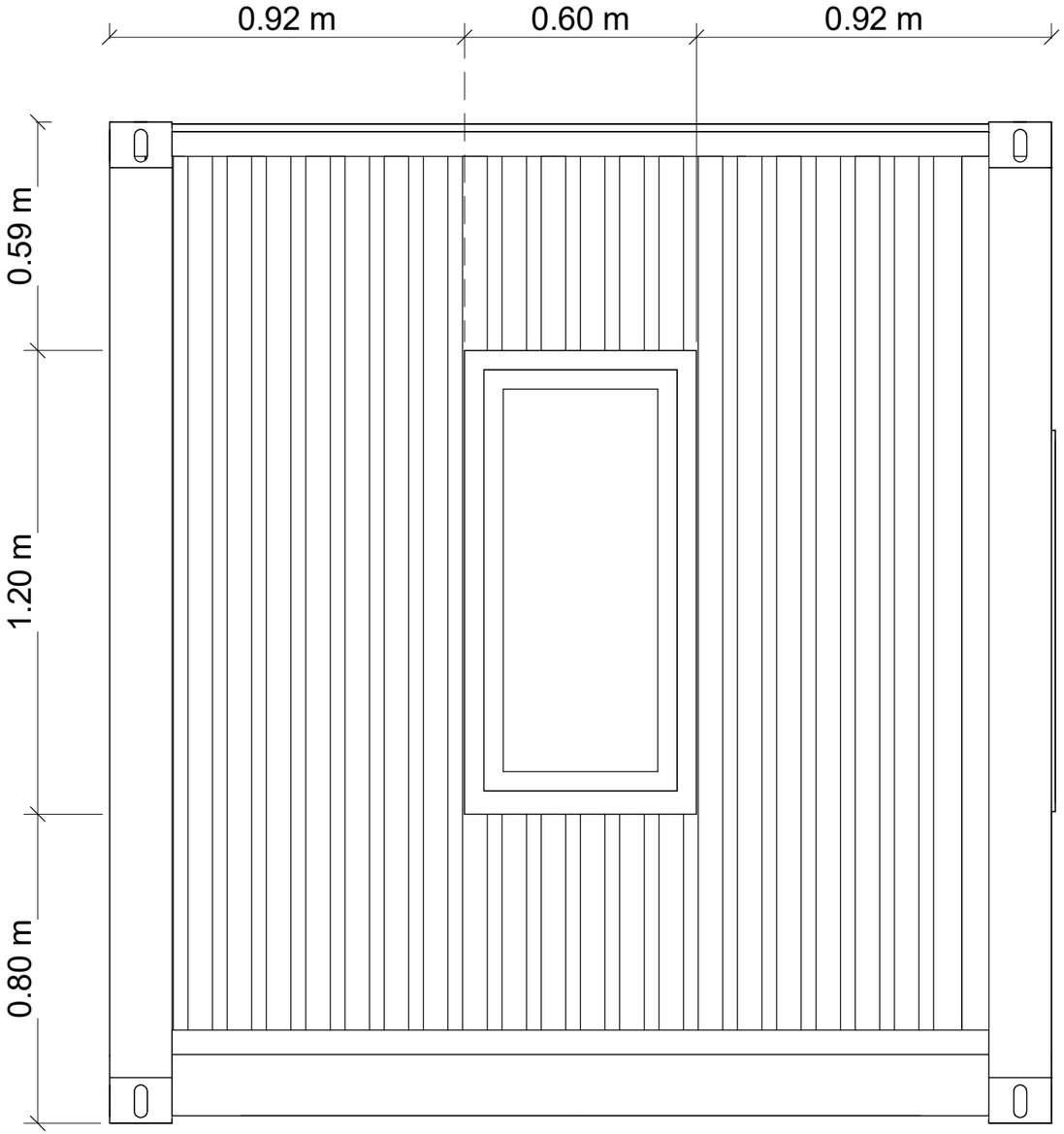
2 / 8 Vista Norte
1 : 60

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Carpa		LAMINA
CONTENIDO:	Isométrico	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	8
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		DE 13
ESCALA: 1 : 60	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	

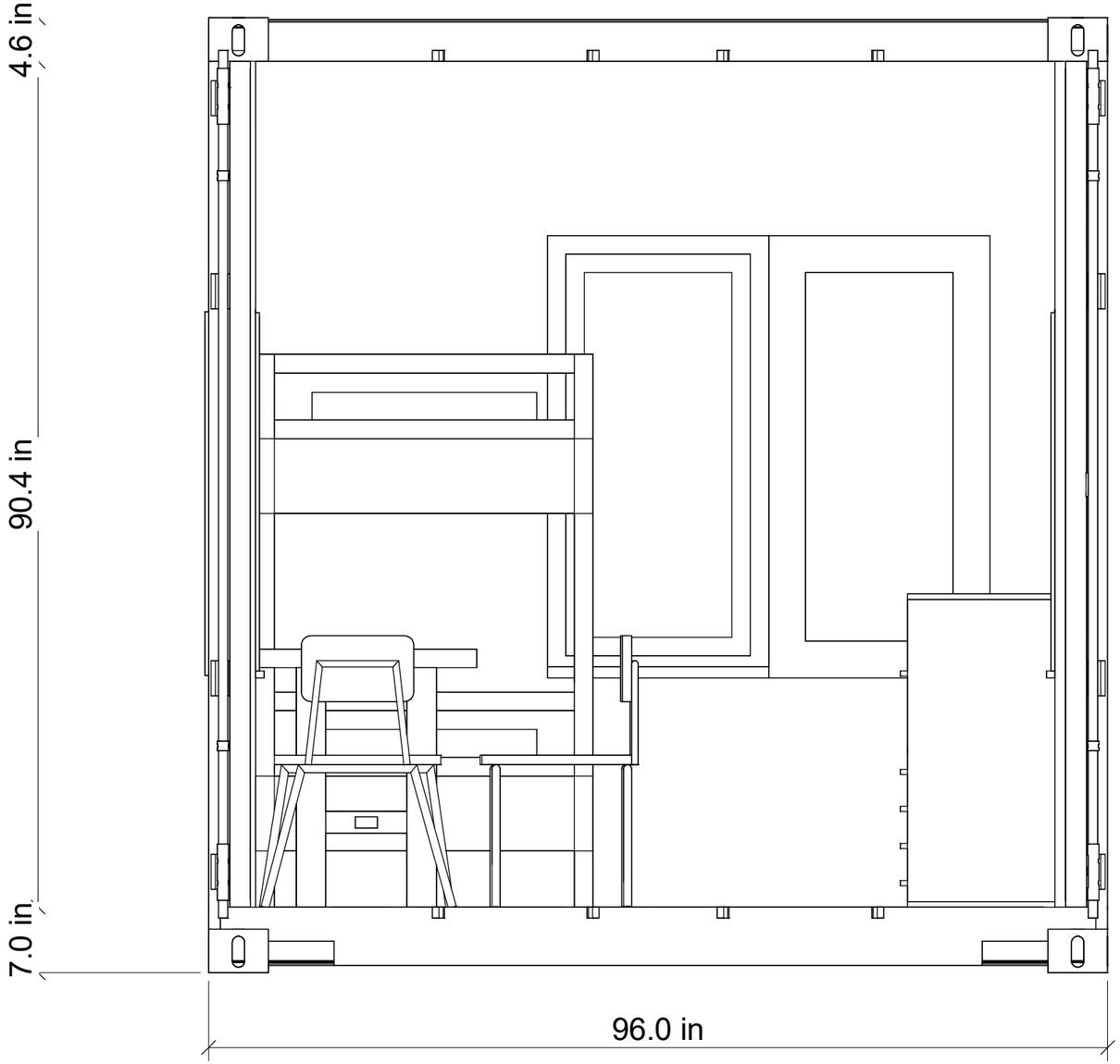


1 : 20 | 1 / 1
Nivel 1

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Contenedor		LAMINA
CONTENIDO:	Planta arquitectocnica	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	1 DE 5
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 20	FECHA: 28/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



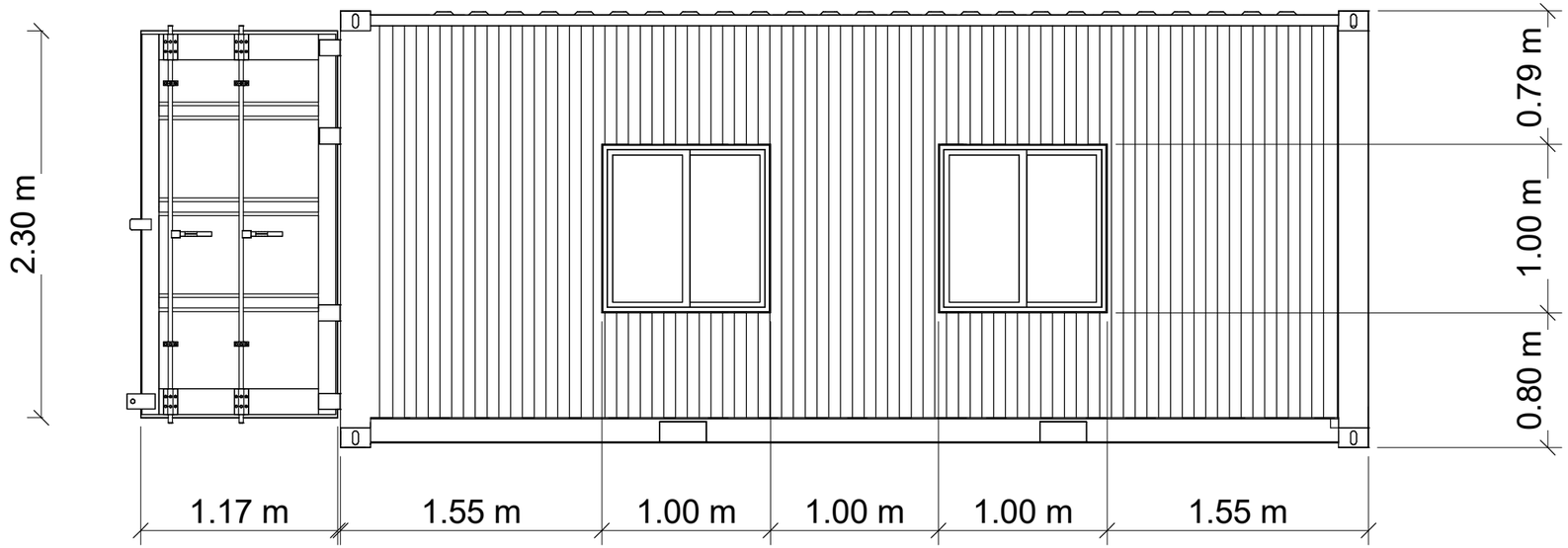
1 / 2 Norte
1 : 15

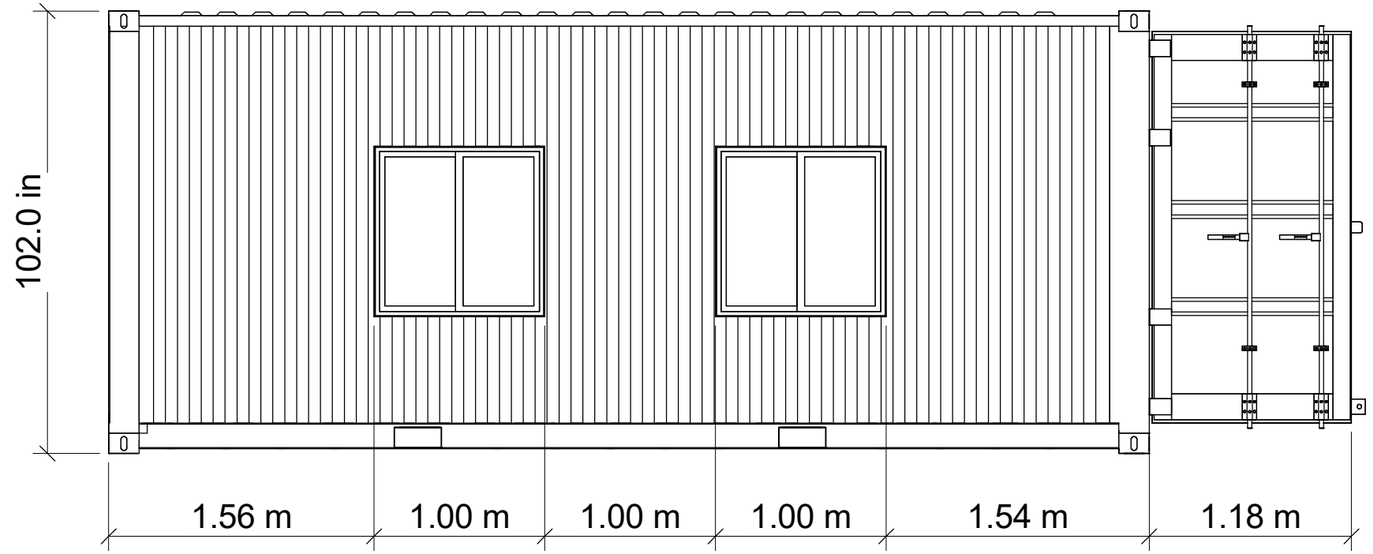


2 / 2 Sur
1 : 15

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Contenedor		LAMINA
CONTENIDO:	Vista Sur y Norte	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	2 DE 5
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 15	FECHA: 28/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	

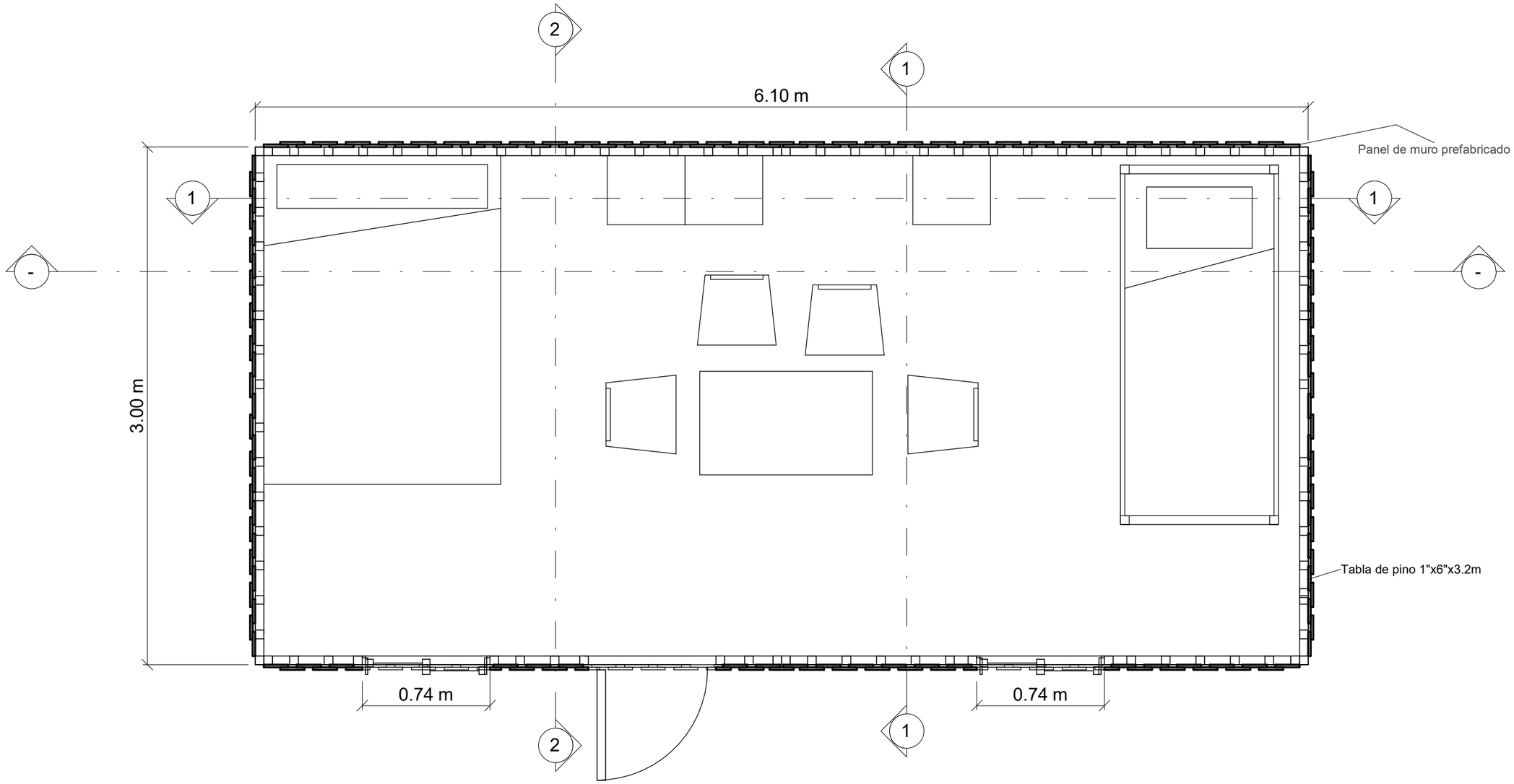
1 3 Este
1 : 35





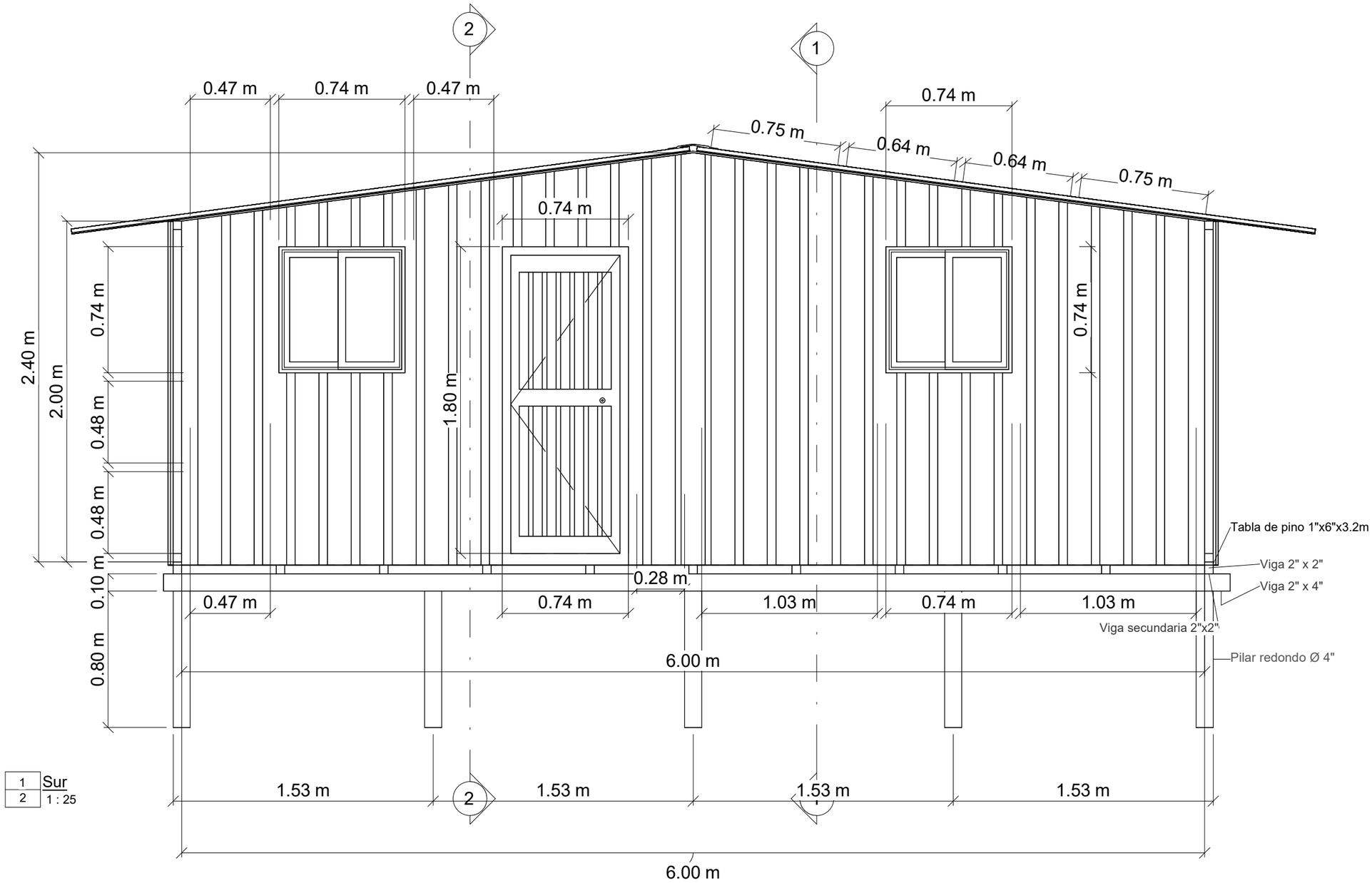
2 3 Oeste
1 : 35

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Tipo Contenedor		LAMINA
CONTENIDO: Vista Este y Oeste		REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	3 DE 5
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 28/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



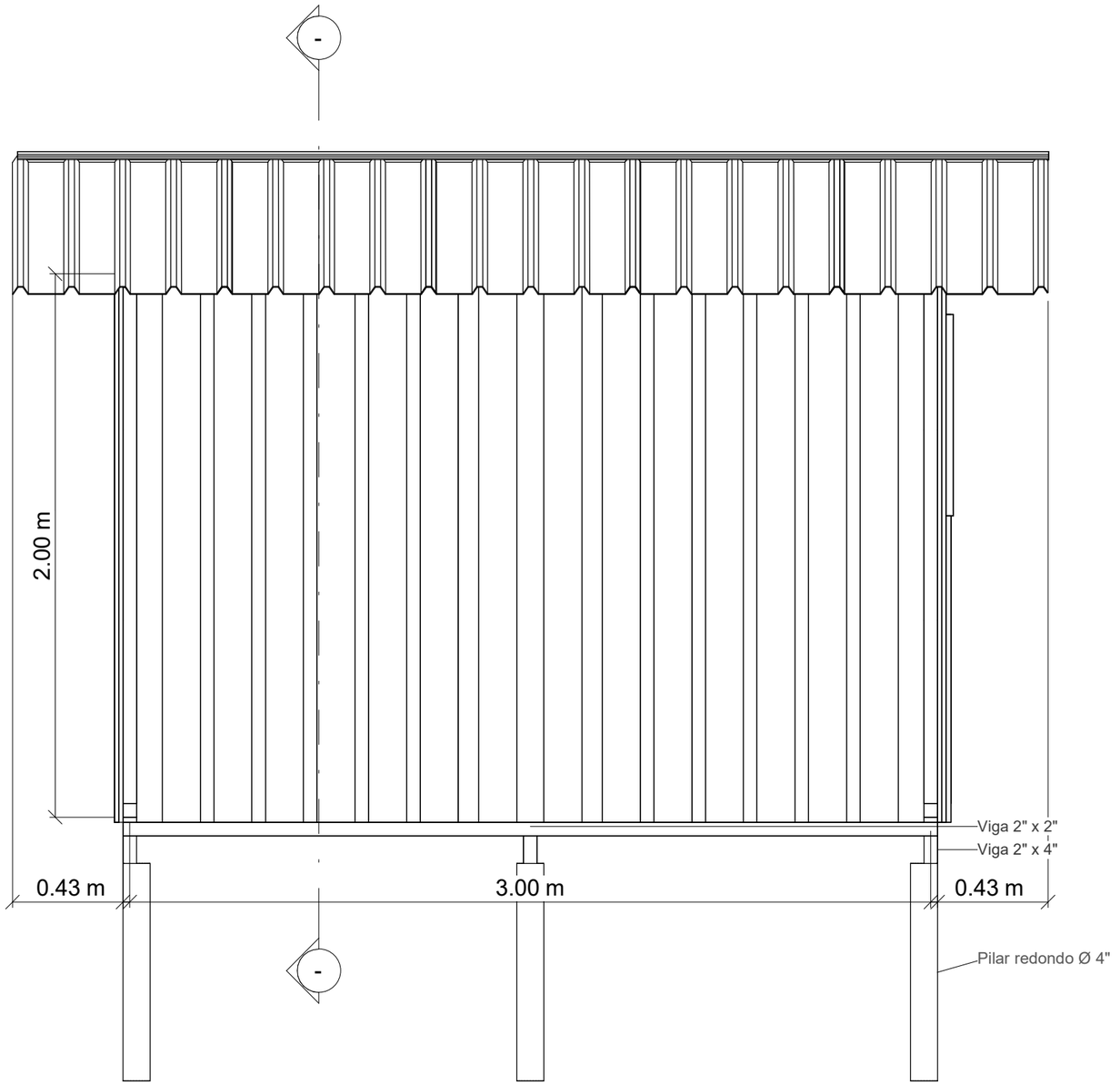
1 Nivel 1 - NTP
1 1 : 25

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Madera (Mediagua)		LAMINA
CONTENIDO:	Planta Arquitectonica	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	1 DE 10
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 25	FECHA: 20/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



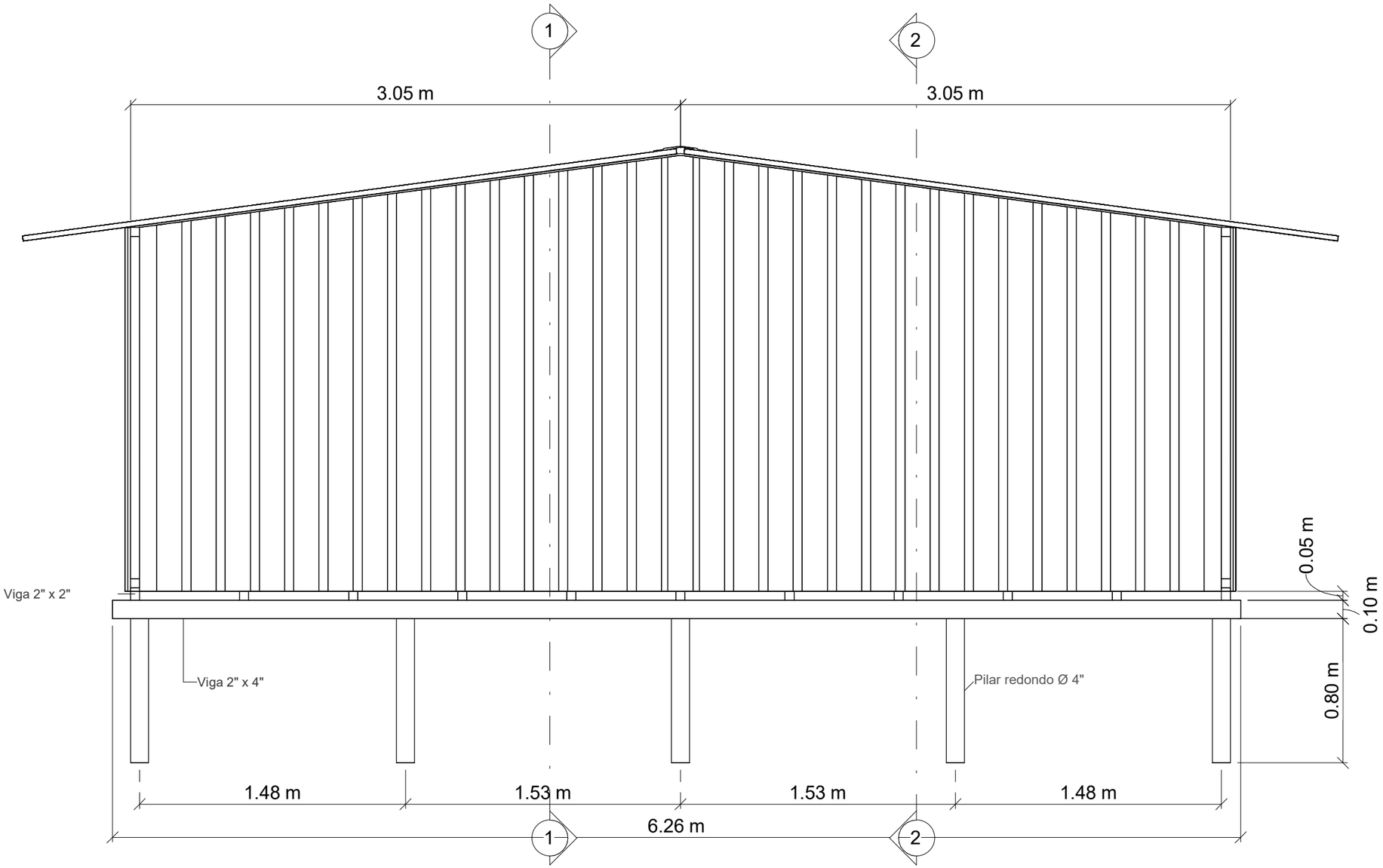
1 / 2 Sur
1 : 25

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Madera (Mediagua)		LAMINA
CONTENIDO:	Vista Sur	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	2 DE 10
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 25	FECHA: 20/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



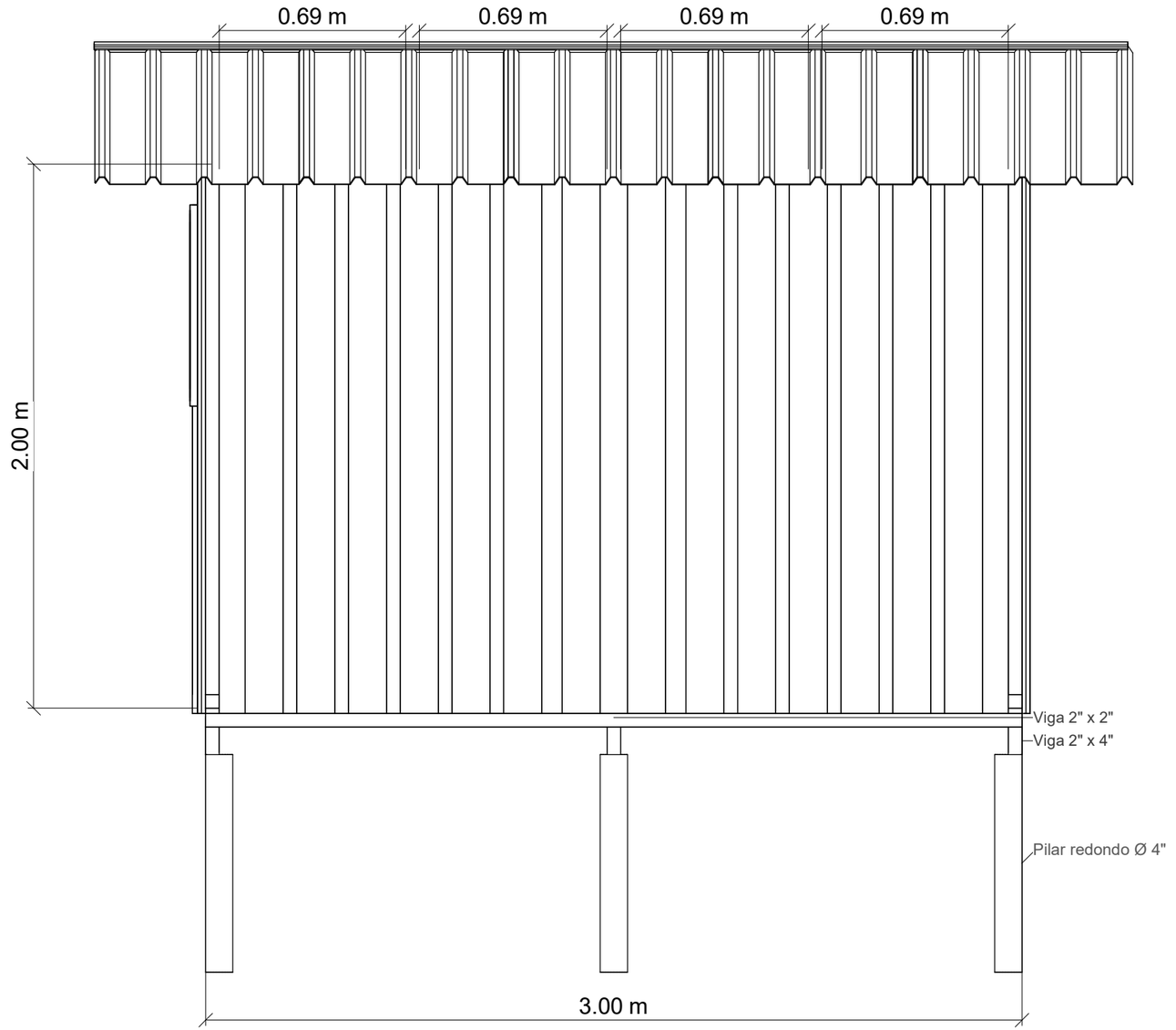
1/3 Oeste
1 : 20

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Madera (Mediagua)		LAMINA
CONTENIDO:	Vista Oeste	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	3 DE 10
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 20	FECHA: 20/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



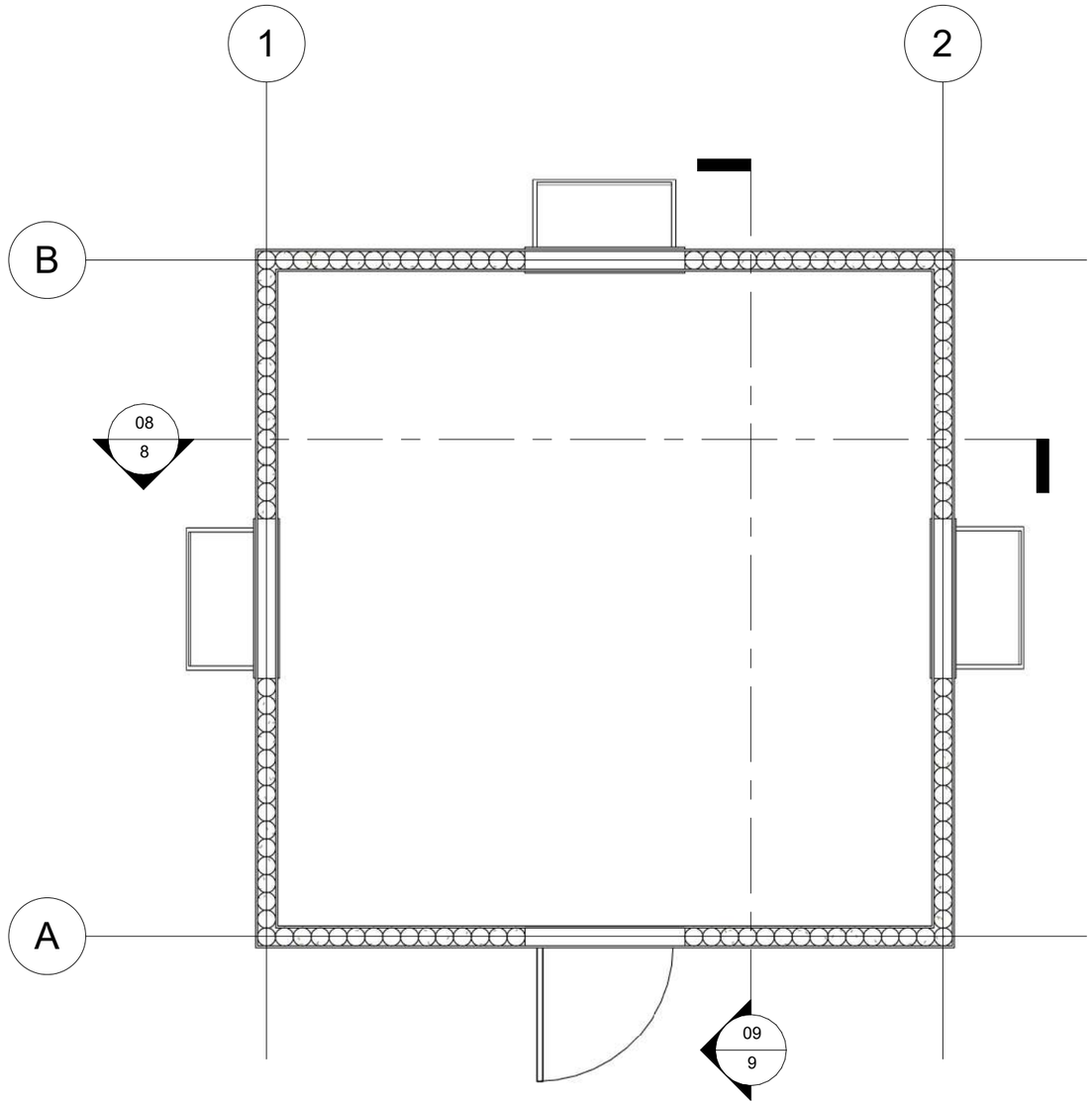
1/4 Norte
1 : 25

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Madera (Mediagua)		LAMINA
CONTENIDO: Vista Norte		REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	4 DE 10
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 25	FECHA: 20/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



1/5 Este
1 : 20

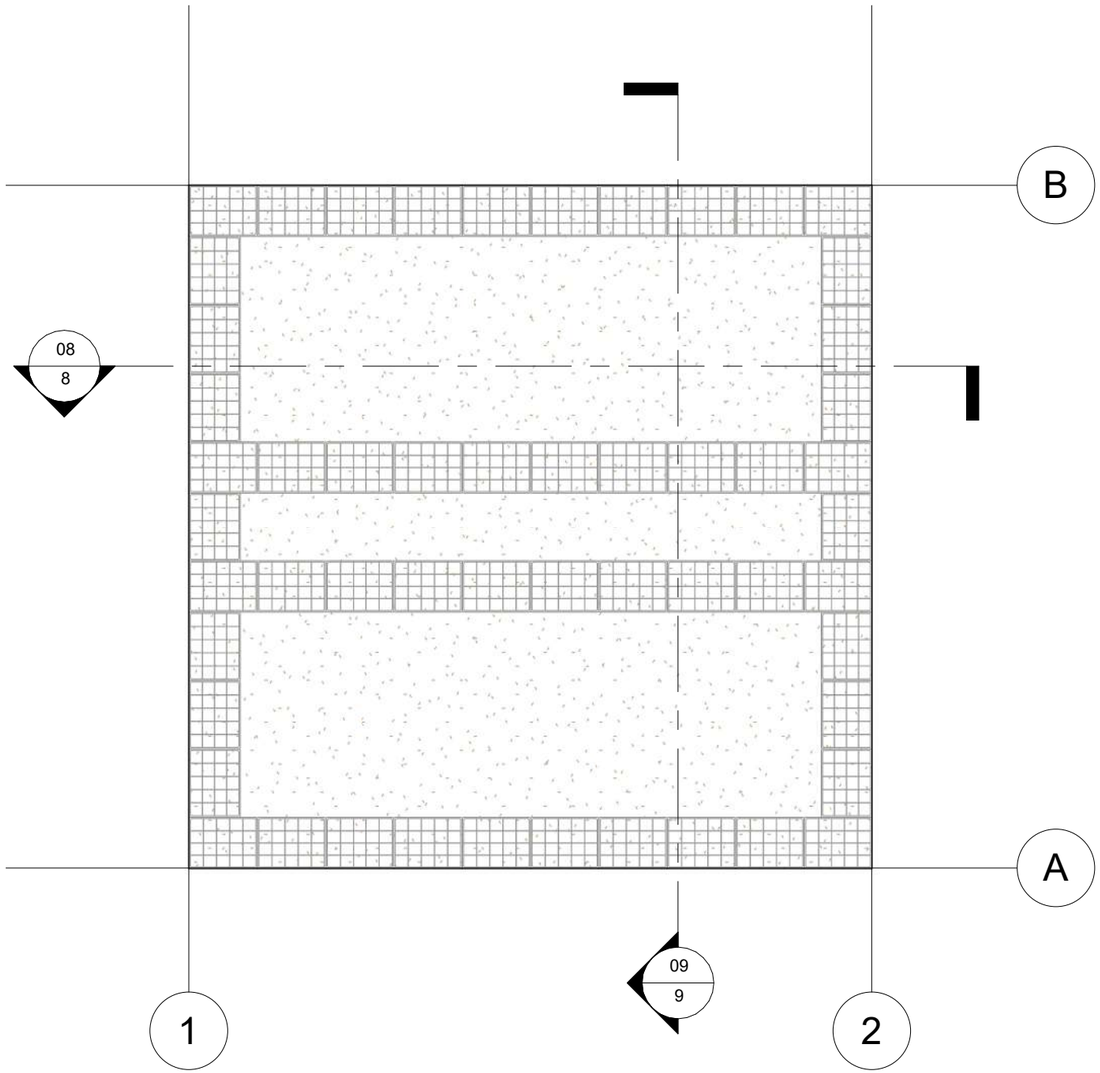
PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Madera (Mediagua)		LAMINA
CONTENIDO: Vista Este		REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	5 DE 10
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 20	FECHA: 20/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



01 Planta Arquitectónica

1 : 35

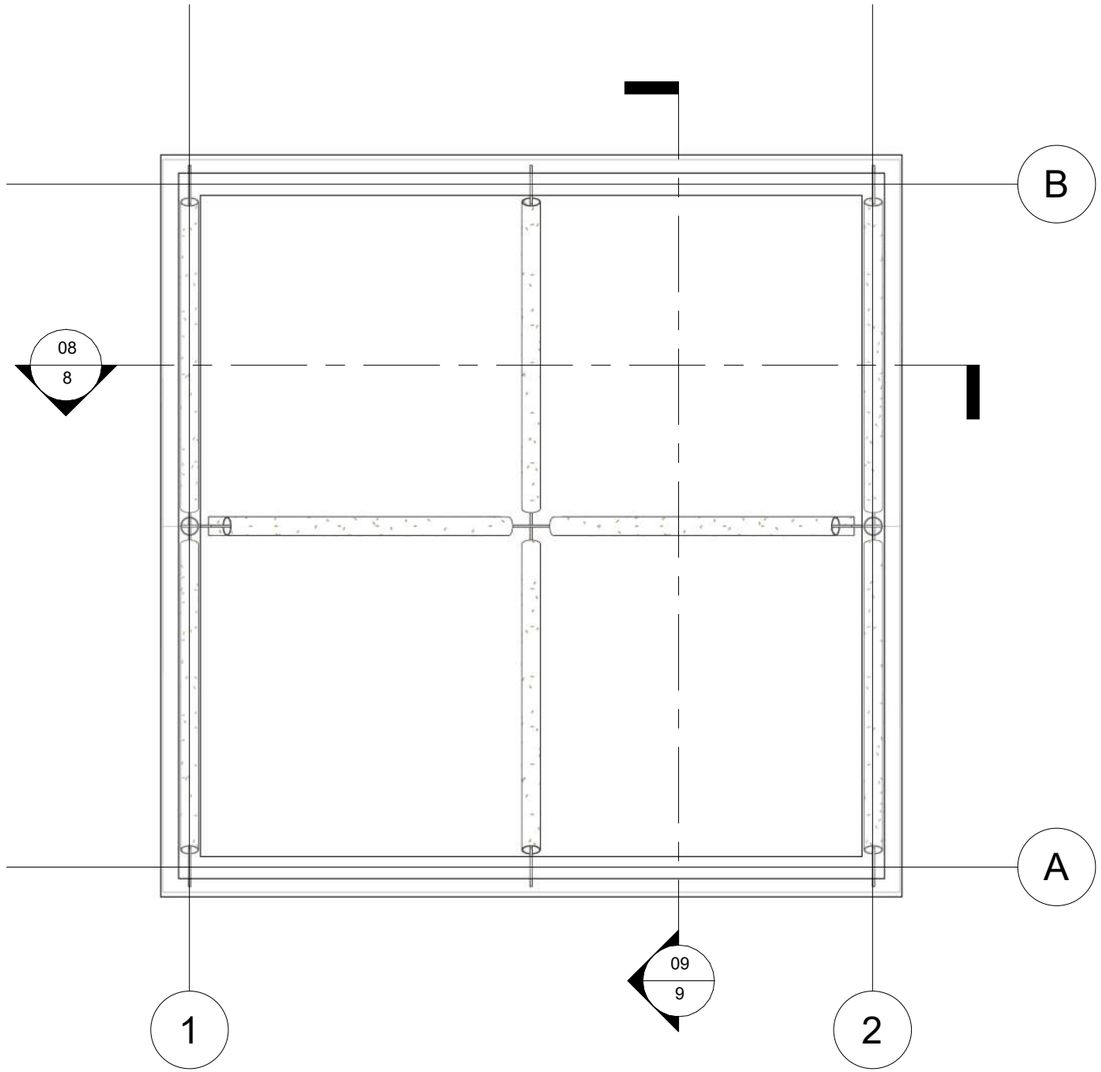
PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Cartón (Paper Log House)		LAMINA
CONTENIDO: Planta Arquitectónica		REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	1 / DE / 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



02 Planta de Cimentación

1 : 35

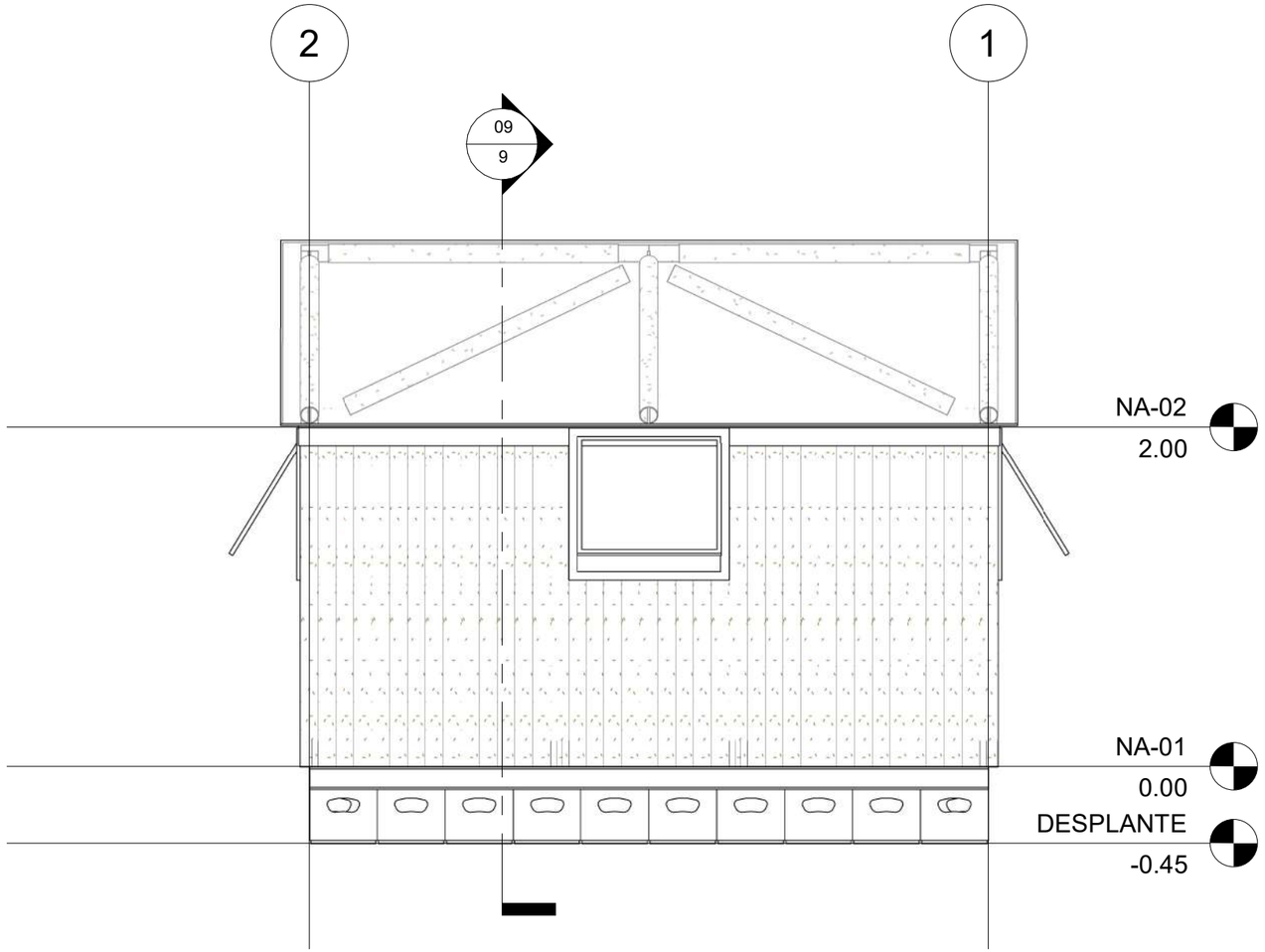
PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Cartón (Paper Log House)		LAMINA
CONTENIDO:	Planta de Cimentación	REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	2
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		DE
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	13



03 Planta de Techo

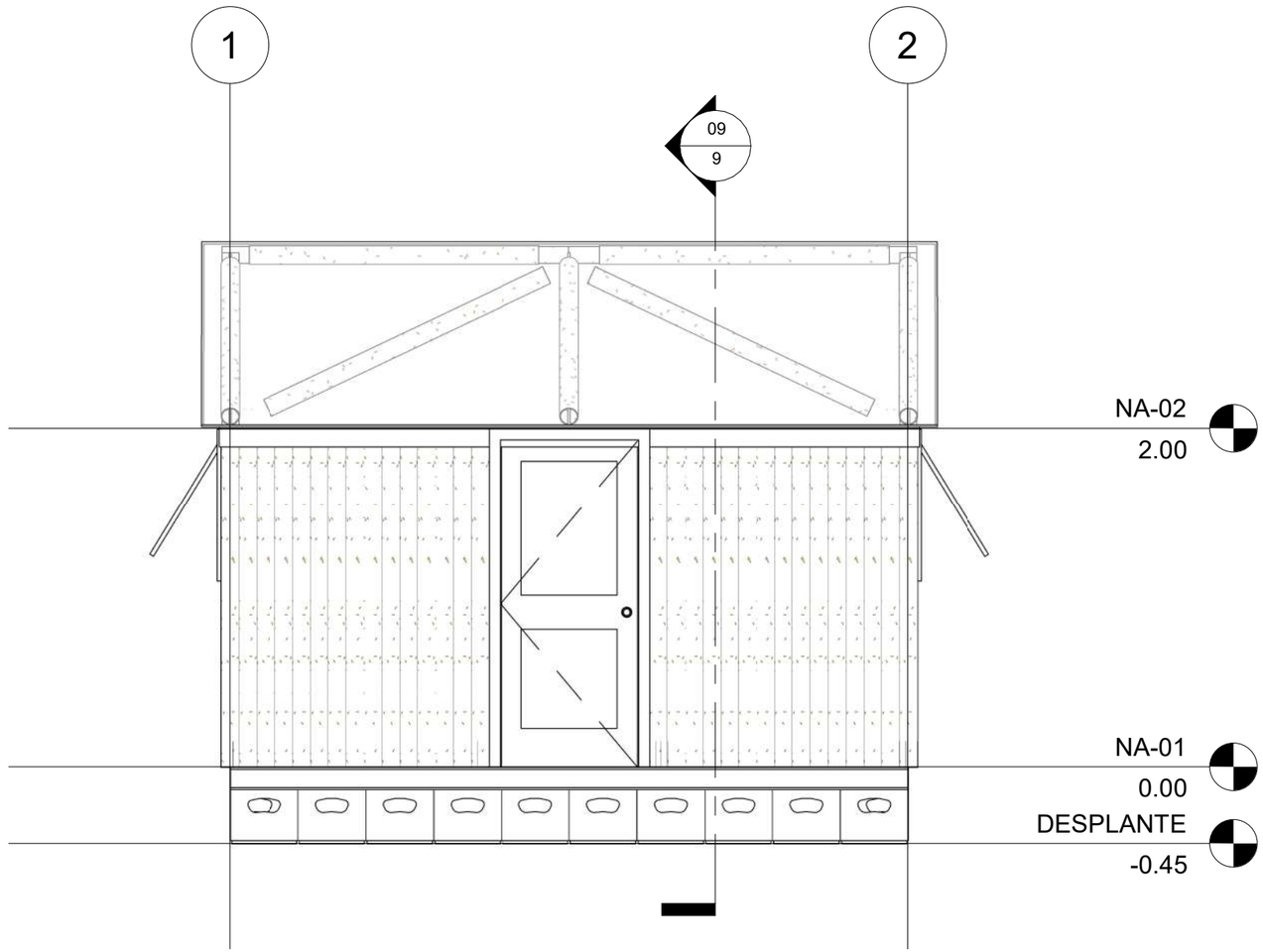
1 : 35

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Cartón (Paper Log House)		LAMINA
CONTENIDO: Planta de Techo		REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	3 DE 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.		
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 22/12/2025	UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



04 Vista Norte
1 : 35

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Cartón (Paper Log House)			LAMINA
CONTENIDO:	Vista Norte		REVISA: Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	4 / DE / 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.			
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 22/12/2025		UBICACION: Ciudad de Managua, Departamento de Managua	



05 Vista Sur
1 : 35

PROYECTO:	Modelos de Viviendas Temporales de Construcción Rápida en Situaciones Post-Desastre en la Ciudad de Managua Vivienda Material de Cartón (Paper Log House)			LAMINA
CONTENIDO:	Vista Sur	REVISA:	Ing. Karla Lissette Rivera Martínez	5 DE 13
AUTORES:	Br. Britney Arteaga C. Br. Fernando Larios F. Br. Walter Sánchez G.			
ESCALA: 1 : 35	FECHA: 22/12/2025	UBICACION:	Ciudad de Managua, Departamento de Managua	