

Inovação tecnológica para habitats em emergência e desastres

Innovación tecnológica para hábitats en emergencia y desastre

Sessão Temática: ST04. Ambiente construído, tecnologia e sustentabilidade

DIAZ REINOSO, Gabriel; Mgter. D.I.; F.A.U.D., Universidad Nacional de San Juan
diazreinoso@gmail.com

PRINGLES BELVIDERI, Alicia; Dra. Arq.; F.A.U.D., Universidad Nacional de San Juan
apringles@faud.unsj.edu.ar

VIDELA PICON, Federico; Arq.; F.A.U.D., Universidad Nacional de San Juan
federicovidelaarq@gmail.com

SIREROL, Verónica Daniela; Esp. Arq.; F.A.U.D., Universidad Nacional de San Juan
sirerolveronica@gmail.com

Resumen

El presente trabajo evidencia el desarrollo tecnológico de un hábitat temporal para el uso en situaciones de crisis originadas por catástrofes socioambientales. En el producto generado, Módulo Tecnológico Polifuncional -MTP-, se exploraron materialidades y tecnologías utilizados en la industria de la construcción, desde madera hasta impresión 3D, con la finalidad de brindar a un grupo social de hasta 800 personas, un hábitat seguro, posibilitando la capacidad de contención, organización y recuperación luego de 72 horas del impacto del suceso.

La implementación geográfica inicial es en la provincia de San Juan, Argentina, una zona caracterizada por su alto riesgo sísmico y responde con los objetivos planteados por políticas nacionales y provinciales en relación a la respuesta en caso de emergencias.

El desarrollo estuvo a cargo de un equipo interdisciplinario vinculando diferentes instituciones, con el objetivo de avanzar en respuestas para el hábitat en situación de crisis, sin antecedentes en la provincia.

Palabras Claves: Desarrollo Tecnológico, Hábitat Temporal, Emergencia

Introducción

La ocurrencia de fenómenos naturales otorga determinadas características a las zonas geográficas en las que inciden. La provincia de San Juan, en Argentina, se caracteriza por ser una de las zonas con mayor ocurrencia de terremotos del país.



La provincia, se ha visto asolada por tres terremotos significativos en algo más de cien años. En octubre de 1984 un movimiento sísmico de magnitud entre 8,6 y 8,9 (Mw) con epicentro en las cercanías de la localidad de Mogna, al norte de la provincia, dejó el saldo de 52 muertos e innumerables destrozos en viviendas y edificios públicos, entre ellos en la catedral de la capital. En la provincia vecina de la Rioja se contabilizaron ocho decesos a causa de lo que es hasta el momento el mayor movimiento sísmico en la República Argentina. Posteriormente el terremoto de enero del año 1944, de magnitud 7,0 (Mw) destruyó aproximadamente el 80% de la ciudad Capital y causó cuantiosas pérdidas humanas, se estima que 10.000 personas murieron y otras 20.000 resultaron heridas de una población total cercana a los 80.000 habitantes. En el año 1977 otro terremoto de similar magnitud tuvo su epicentro en la ciudad de Caucete, ubicada 25km al SE de la ciudad de San Juan, causando 65 víctimas fatales y alrededor de 300 heridos graves, la mayoría de ellos por el colapso de viviendas de adobe en la zona epicentral.

Éste último evento causó menor número de fatalidades debido principalmente a la menor densidad poblacional de la ciudad de Caucete y a que ya se encontraban vigentes normas sísmicas de construcción, desarrolladas a partir de la reconstrucción de la ciudad de San Juan luego del terremoto de 1944.

Otro factor de riesgo o amenaza natural en la provincia está relacionado por las características del clima que es de tipo árido-desértico, con marcada amplitud térmica estacional y diaria y donde las precipitaciones, que son escasas y no superan los 100mm anuales, se concentran en épocas estivales. Las lluvias en verano suelen ser torrenciales provocando escorrentías temporales e inundaciones de los sitios que reciben las descargas.

El viento predominante proviene del sector sur pero un fenómeno local, que se origina por el paso de vientos desde el pacífico hacia el éste, genera el viento denominado Zonda, extremadamente seco y cálido, que en ocasiones provoca daños materiales debido a su magnitud y hasta incendios espontáneos en zonas rurales y urbanas periféricas.

Efectos directos del denominado “cambio climático” son los ciclos de sequía-humedad. Los periodos de sequía provocan desertificación y esto incrementa el alcance de los problemas causados tanto por las lluvias estivales en ciclos de humedad, como así también por el viento zonda a finales del invierno y principio de la primavera.

Estos fenómenos naturales, a diferencia de lo que ocurre con los terremotos, son mucho más frecuentes y ésta particularidad debería generar, a través de políticas públicas, una paulatina disminución de la vulnerabilidad. Sin embargo, en los últimos años se ha puesto de manifiesto que ciertos sectores de la población no están del todo preparados para soportar tales acontecimientos meteorológicos. En febrero del 2013, donde hubieron 400 evacuados por lluvias e inundaciones en la Villa Media Agua del departamento Sarmiento; o el temporal pluvial de febrero del 2014, que obligó a unas 3.000 personas a dejar sus casas ante el peligro de derrumbes, siendo los departamentos de Santa Lucía, Pocito y Valle Fértil los más afectados. Lo mismo sucedió en noviembre del 2015, que hubo 25 familias evacuadas y 190 familias que debieron ser asistidas en los departamentos de Jáchal, Rawson y 25 de Mayo, donde el agua inundó casas y derrumbó paredes precarias.

Ante la problemática planteada entendemos que, dentro de las estrategias de gestión del riesgo, el fortalecimiento de una organización social informada y preparada que se involucra en las etapas de diagnósticos, planificación, capacitación y asesoramiento, constituyen la base para avanzar en la formulación de propuestas integrales para la resolución del hábitat



en riesgo; y por ello se hace necesario trabajar en la respuesta habitacional inmediata y medita luego de la ocurrencia de eventos naturales que obliguen a la evacuación de áreas urbanas.

Por lo tanto, se aborda el problema en toda su complejidad desde una concepción integral del riesgo y la vulnerabilidad social. El Informe Mundial sobre Desastres 2010 deja de manifiesto la necesidad de que los actores sociales, las organizaciones institucionales y la comunidad misma, aborden la problemática de la vulnerabilidad de los más desprotegidos; y así, poder reducir la diferencia existente entre el mundo en desarrollo y el mundo desarrollado frente a los riesgos que amenazan a la población en las zonas urbanas. También pone de relieve que en la era de la globalización las deficiencias que padece una región pueden afectar al mundo entero.

Así mismo, entendemos que la vulnerabilidad social es en parte producto de las desigualdades sociales y tiene expresiones distintas según se trate de países, de territorios, de sectores productivos, de comunidades o de hogares. Vulnerabilidad social y pobreza se encuentran íntimamente relacionadas definiéndose ésta última como "(...) un síndrome situacional en el que se asocian: el infraconsumo, la desnutrición, las precarias condiciones de vivienda, los bajos niveles educacionales, las malas condiciones sanitarias, una inserción inestable en el aparato productivo, actitudes de desaliento y anomia, poca participación en los mecanismos de integración social, y quizá la adscripción a una escala particular de valores, diferenciada en alguna medida de la del resto de la sociedad" (Altimir, 1979).

Ante situaciones de amenazas o eventos físicos-climáticos, los habitantes vulnerables a desastres naturales pierden su hábitat y el Estado tiene la obligación de otorgar soluciones de emergencia inmediata una vez ocurrida una crisis, consistente en un refugio habitacional de carácter temporal o transitorio por un periodo acotado.

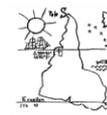
A pesar de que existen innumerables estudios y análisis sobre la materia, aún siguen existiendo ciertas dificultades en nuestra provincia, en otorgar un hábitat temporal seguro que sea fácilmente autoconstruido y apropiado por los damnificados, y que garantice condiciones mínimas de habitabilidad, dignidad, sustentabilidad, servicios y ubicación urbana. Sumado a ello, que sea abordada desde una concepción integral de la Gestión del Riesgo; es decir, que esté incluida dentro de un plan de organización social que haga referencia a la capacidad de la población de absorber, responder y recuperarse luego de las 72 horas del impacto del suceso.

La presente publicación evidencia el trabajo correspondiente al desarrollo del proyecto de investigación denominado Respuesta Tecnológica y Social para el Hábitat en Situación de Crisis¹, que avanzó en el enfoque del hábitat en situación de crisis a fin de desarrollar un sistema tecnológico y social que posibilite el hábitat temporal inmediato luego de la ocurrencia de desastres naturales en San Juan; teniendo en cuenta el contexto espacial, socio-político, técnico, geográfico y económico de la provincia.

Producto desarrollado

Ante el objetivo general planteado de desarrollar un sistema tecnológico y social que posibilite el hábitat temporal durante el periodo de crisis luego de la ocurrencia de desastres naturales, y puntualmente con el objetivo específico de desarrollar un Módulo Tecnológico Polifuncional

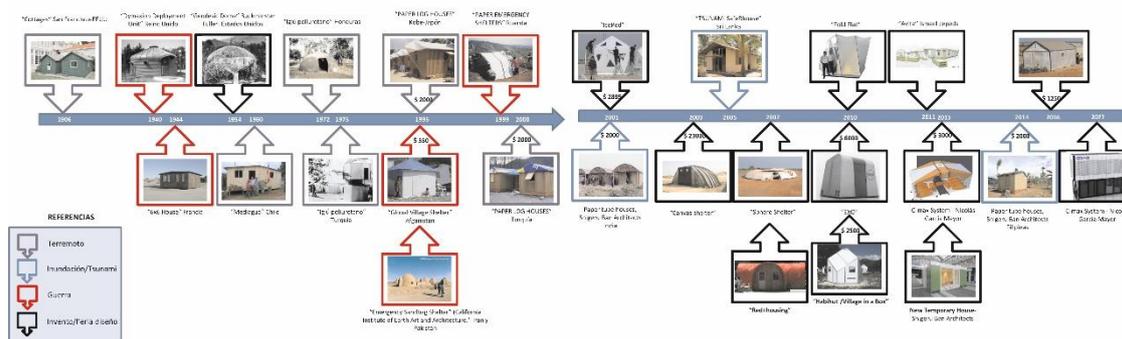
¹ Equipo de Investigación integrado por Dra. Arq. Alicia Pringles, Dr. Ing. Lucas Garino, Mgter. D.I. Gabriel Diaz Reinoso, Mgter. Lic Juana Raiano, Esp. Arq. Verónica Sirerol, Arq. María Gema Peluc, Arq. Federico Videla, Esp. D.G. Sergio Soria, Arq. Roberto Gustavo Gómez.



–MTP–, que posibilite la materialización de la configuración espacial del hábitat ante la crisis, se ejecutó como primera acción, la búsqueda y análisis, a nivel global, de diferentes respuestas habitacionales post-desastre desarrolladas durante los años 1901 a 2000. Figura 1.

Dicho análisis permitió establecer una línea de tiempo y evolución de las diferentes propuestas, identificando como tipo de desastre a guerras, terremotos, inundaciones y/o tsunamis. También se detectaron propuestas de respuestas habitacionales desarrolladas para ferias de diseño o que involucraron un mayor grado de innovación.

Figura 1: Línea de tiempo



Fuente: PDTs 2018

La comparación de propuestas permitió definir variables, requisitos y condicionantes que debían tenerse en cuenta para el cumplimiento del objetivo. Se determinaron aspectos funcionales, tipológicos, económicos, constructivo-estructurales, relacionados con el ciclo de vida y transportabilidad según las fases de la emergencia. Además, el desarrollo debía responder a uno de los requisitos más importantes determinados por el Ministerio de Desarrollo Humano de la provincia, prever que todos los insumos para la construcción puedan adquirirse en comercios especializados locales, para no tener acopiados elementos e insumos por parte del ministerio. Además de tener en cuenta en la propuesta de diseño contemple rapidez y fácil montaje, mínima cantidad de operarios y mínimo volumen una vez desarmado, entre otros.

El planteo de requisitos condicionó de manera directa el proceso de desarrollo ya que debían considerarse como materias primas, elementos habitualmente utilizados en la industria de la construcción o rubros afines.

El proceso de desarrollo del MTP continuó con un relevamiento de materiales e insumos disponibles localmente y de manera inmediata, y teniendo como base el análisis de antecedentes realizado, se exploraron tipologías de estructuras que pudiesen responder a la problemática planteada. Para esto se desarrollaron diferentes propuestas iniciales de estructuras las cuales se sometieron a un análisis mediante el uso de fichas que permitían comparar aspectos formales, estructurales, montaje y traslado y dimensionales. Figura 2

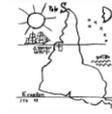
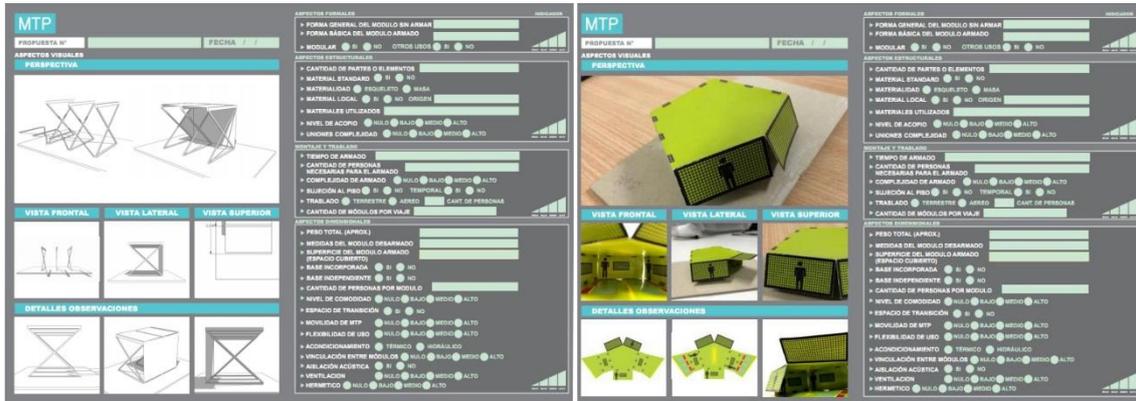


Figura 2: Fichas de Análisis



Fuente: PDS 2018

Los resultados de la comparación de propuestas permitieron prefigurar opciones estructurales valorando los aspectos antes mencionados. Figura 3.

Paralelamente, gracias al relevamiento en el medio local, pudo detectarse que uno de los insumos con mayor stock en los comercios es el caño para desagües pluviales de P.V.C. de 40mm de diámetro. Dado sus dimensiones comerciales (4mt.), éste producto permitía un fraccionamiento sin pérdidas de material, además de ser liviano, siendo uno de los materiales seleccionados para el desarrollo del MTP.

Figura 3: Exploración de estructuras



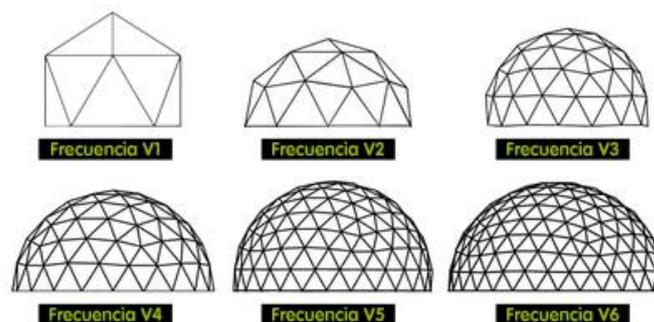
Fuente: PDS 2018

Al determinar material y dimensiones, la búsqueda de la estructura se orientó a ésteroestructuras, que permitan garantizar resistencia y liviandad a partir de la pieza módulo de 2 mt. de largo. Éste tipo de estructuras, ampliamente usadas para cubrir grandes superficies, debía adaptarse para cumplir con las dimensiones necesarias para alojar a un grupo familiar. Se optó por la utilización de una estructura tipo domo geodésico con una frecuencia v1. Para la construcción del domo se utilizan 25 tramos de caño de P.V.C. de 2mt. y 25 nudos conectores, generando una superficie cubierta de 6.68 m². Al incorporarse éste

segundo elemento, nudo conector, debía contemplarse el diseño del bajo las mismas premisas del MTP a nivel general. Foto 4.

La decisión de utilizar ésta tipología de estructura, implementada ampliamente a nivel global desde los años 40 y con diferentes materialidades, se basó principalmente en la unificación de medidas y elementos intervinientes para lograr la resistencia requerida, y por lo tanto, simplificar y reducir la cantidad de elementos necesarios optimizando tiempos de armado y espacios en vehículos para transporte.

Figura 4: Domos y sus frecuencias



Fuente: domosgeodesicos.es

Nudo conector

Para el diseño y desarrollo del nudo conector, se analizaron diferentes materiales y técnicas de fabricación. Dado que no existen productos prefabricados que puedan usarse directamente sin ningún tipo de preparación, se exploraron diferentes lógicas constructivas priorizando siempre una rápida ejecución de la acción de armado de la estructura.

Se comenzó inicialmente con la materialización del nudo conector utilizando como material, mangueras de riego de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, y por otro lado, planchas de caucho de 10 mm de espesor. Éstos tipos de materiales ya han sido utilizados para esa finalidad, pero dadas las dimensiones del MTP, resultaron demasiado flexibles, sin garantizar la estabilidad de la estructura, siendo una desventaja en el caso de la ocurrencia de fuertes ráfagas de viento como el viento Zonda, característico en la provincia de San Juan. Figura 5

Figura 4: Nudos conectores flexibles



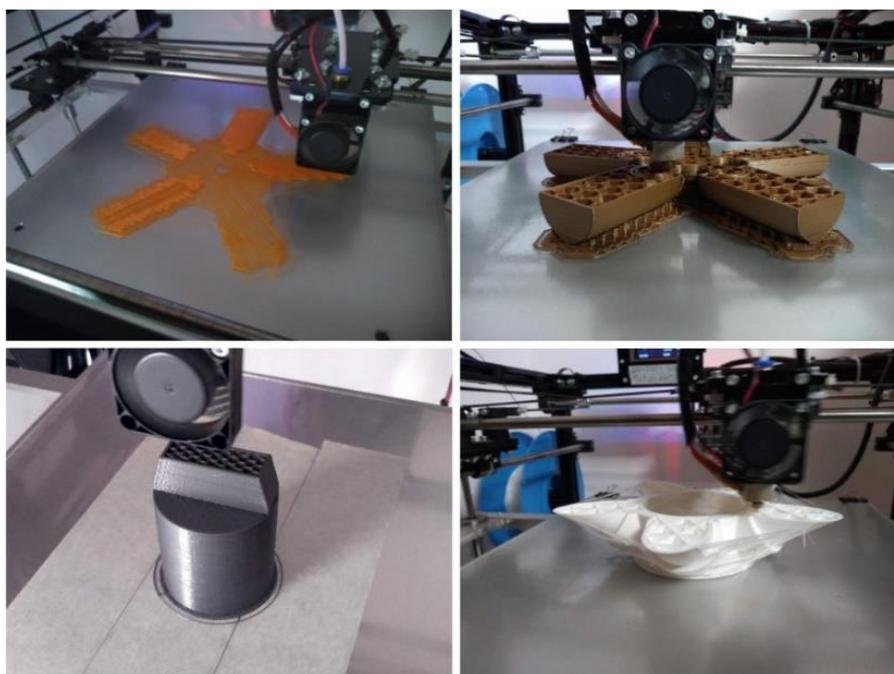
Fuente: PDTS 2018

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se decidió ampliar la búsqueda de materiales hacia aquellos que ofrecieran mejores características. Es así, que se procede a modelar e imprimir en 3d algunas piezas y analizar su comportamiento.

Los procesos de prototipado rápido, ofrecen la posibilidad de obtener piezas de diferentes características, en pocas horas. “A nivel local, el uso de estas nuevas tecnologías, presenta una variada infraestructura, siendo los equipos más complejos utilizados por grandes industrias metalúrgicas. No obstante, el uso y desarrollo de equipamiento para impresión 3D es el que más impulso ha tenido en los últimos años abarcando oferta de servicios por parte de particulares, hasta desarrollos de proyectos educativos por parte de instituciones como la Universidad Nacional de San Juan” (Díaz Reinoso, 2017). Figura 5

Actualmente, en la provincia, existen aproximadamente 400 impresoras activas y si bien es posible fabricar los nudos conectores mediante el uso de técnicas de impresión 3d, los tiempos que insumen la impresión completa de un nudo (aproximadamente 20 hs), en una situación donde se requieren respuestas rápidas, hacen que el recurso de la impresión 3d quede descartado.

Figura 5: Pruebas con impresión 3d



Fuente: PDTS 2018

Otro de los materiales analizados para la materialización del nudo conector, fue la placa de madera multilaminada de 25 mm de espesor. Al partir de una placa, se diseñó el nudo conector tomando como referencia los encastres de madera con técnicas japonesas. En dichos encastres se prescinde casi totalmente de elementos de fijación, siendo el mismo encastre de las piezas, los elementos aseguradores. Figura 6.

Figura 6: Encastres inspirados en técnica japonesa



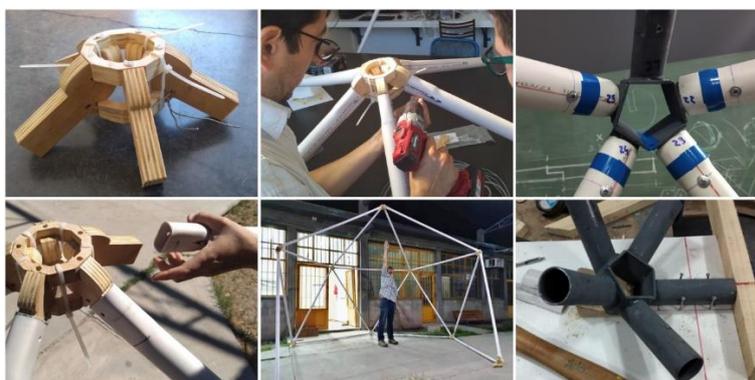
Fuente: Tsugite

El nudo conector se diseñó teniendo en cuenta que la madera, al tener tipología de placa, debía estar conformado por piezas encastradas. Para unificar el comportamiento, se planteó la utilización de precintos plásticos y alambre galvanizado calibre 14 actuando como cierre del sistema. La vinculación con la estructura de caño de P.V.C. también es por sistema de encastre y fijación con tornillo autoperforante.

El domo se montó y desmontó en varias ocasiones, desgastando las piezas ocasionando pérdida de rigidez y estabilidad, motivo por el cual se decidió plantear el nudo conector en un material más resistente. Si bien el MTP se plantea para un uso temporal, se presupone que puede ser desmontado y relocalizado.

Para garantizar la estabilidad, resistencia y durabilidad del MTP se plantea finamente fabricar los nudos conectores con caños y planchuelas metálicas. De esta manera, al constituir una pieza sin elementos individuales, su comportamiento ante los esfuerzos y sollicitaciones, estaría garantizado. Figura 7.

Figura 7: Nudo conector en madera

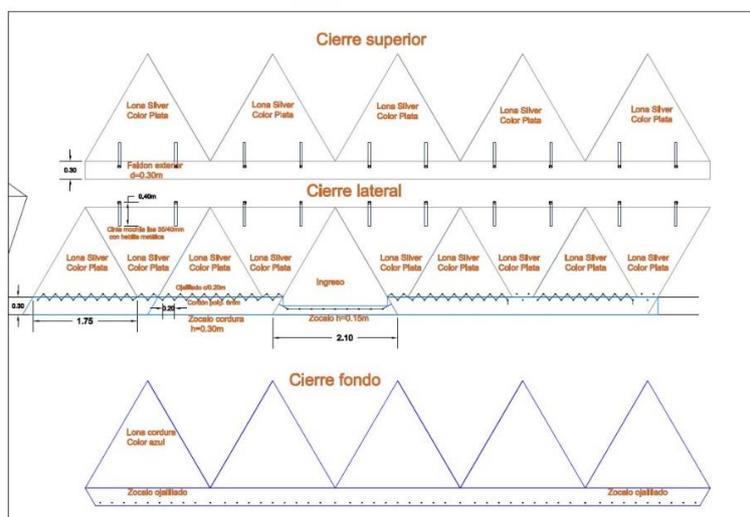


Fuente: PDTs 2018

Envolvente

La envoltura del MTP está compuesta por 3 elementos, el techo, cierre perimetral y piso. Se plantea de ésta manera ya que permite ampliar las situaciones de uso para diversas funciones. El material seleccionado es lona de P.V.C tipo Carioca, tiene como característica que es una lona liviana y puede ser confeccionada con uniones termoselladas, garantizando estanqueidad. Tanto el techo, como el cierre perimetral y el piso, se fijan a la estructura de caños y entre si mismos, mediante el uso de uniones tipo velcro, sogas y cintas de amarre, garantizando su funcionamiento de manera conjunta. Figura 8

Figura 8: Superficies desarrolladas

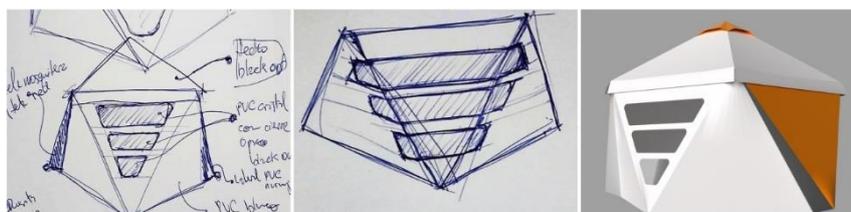


Fuente: PDS 2018

Lateralmente, el cierre perimetral, presenta zonas de aberturas para iluminación y ventilación, generando cierto grado de confort en su interior. Se debe mencionar, que las formas geodésicas favorecen la circulación de aire, garantizando una buena distribución térmica en su interior independientemente del grado de aislamiento que se le dé a la envoltura.

Se plantearon diversas opciones que responden a diferentes grados de complejidad constructiva, esto teniendo en cuenta la factibilidad técnica del contexto productivo local. El acceso a MTP se realiza por la puerta de ingreso, confeccionada del mismo material y con la posibilidad de cerrarla mediante cierres tipo cremalleras. Finalmente, el MTP, se fija mediante vientos anclados al terreno. Figura 9 y 10.

Figura 9: Opciones de abertura



Fuente: PDS 2018

Figura 10: Prototipo



Fuente: PDTS 2018

Conclusiones

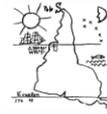
Las acciones llevadas a cabo para la realización del proyecto denominado Respuesta Tecnológica y Social para el Hábitat en Situación de Crisis, abarcó dos grandes objetos de estudio, el social y el tecnológico. Puntualmente en el segundo objeto y con el desarrollo del MTP se propone una innovación en el desarrollo de soluciones habitacionales de emergencia con un carácter temporal, para dar cobijo a un núcleo doméstico en situación de crisis, hasta que la población afectada pueda retornar a sus viviendas o, dependiendo del grado de daño en la infraestructura, se relocalicen en otras.

El estudio de materiales y técnicas de fabricación analizados en el proyecto, permite inferir que es posible preconfigurar grados de temporalidad según los materiales empleados, desde materiales precarios hasta más duraderos, y los recursos técnicos/tecnológicos disponibles en el medio local. Es así que la elección de materiales para la materialización, estará directamente relacionada con el tiempo de uso del MTP.

Es importante mencionar que existen elementos necesarios para construcción de éste tipo de productos, que necesariamente deben estar fabricados con antelación para que el objetivo de resguardar a grupos de personas, se cumpla.

Referencias

ALTIMIR, O. **La Dimensión de la Pobreza en América Latina**. Volumen 27 de Cuadernos de la CEPAL, Naciones Unidas, 1979.



Díaz Reinoso, G. **Vinculación de técnicas de trabajo en nuevos escenarios productivos. Optimización de trabajos artesanales mediante el uso de herramientas complementarias obtenidas por tecnologías de prototipado rápido.** San Juan, Argentina, 2017.