

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

TECNOLOGÍA Y MATERIALES PARA EL CERRAMIENTO EN LA VIVIENDA POPULAR

Gabriel Cacopardo (cacopardogabriel@hotmail.com); Patricio Freire (patriciogabriel_f@hotmail.com); Isaac Melian (joseisaacmelian@gmail.com); Rodolfo Rotondaro (rodolforotondaro@gmail.com); Mariana Camino (marianacorrecamino@gmail.com)

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS (CONICET);
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Humanidades, Departamento de Geografía (UNMDP) - Arg.

Palabras clave: Tecnologías de inclusión social, Hábitat popular, Vivienda popular progresiva, Muro de árido vertido.

El propósito de esta investigación es analizar el desarrollo de tecnologías de inclusión social con un trabajo de base territorial para el mejoramiento habitacional en barrios periurbanos de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. Partimos del concepto de vivienda progresiva, que propone el desarrollo de un sistema constructivo que sentará las bases en el territorio para la aplicación de diferentes técnicas constructivas e intercambio de saberes, populares y especializados, enmarcado dentro de un modelo de gestión participativa. El objetivo principal es diseñar y producir alternativas de desarrollo tecnológico para la construcción de viviendas y edificios comunitarios con énfasis en la práctica territorial, a partir de experimentar elementos para el muro de envolvente y la estructura portante con distintas técnicas constructivas. La metodología tiene en cuenta el análisis descriptivo y comparativo de las soluciones constructivas existentes en los barrios, y el diseño y construcción de prototipos experimentales. La información se obtiene a partir de antecedentes bibliográficos, del intercambio con otro grupo de investigación, del análisis del territorio de intervención y los datos del diseño y construcción de modelos. Se realizan entrevistas no estructuradas para evaluar la aceptación y la apropiación de las innovaciones. Los resultados obtenidos incluyen la construcción co-participativa de distintos prototipos que comprenden el soporte estructural metálico y distintas alternativas de muro de envolvente (bloques de áridos, muro de tierra vertida con mortero mixto). Otros resultados importantes lo constituyen el logro de la gestión participativa de gestión participativa con familias y las situaciones de transferencia informal. Se elaboraron conclusiones a partir de los principales resultados obtenidos en referencia al diseño y construcción del muro de árido vertido.

1. INTRODUCCIÓN

Esta presentación tiene como propósito el desarrollo de alternativas de cerramientos para vivienda popular en un marco de tecnologías de inclusión social (TIS). Se propone este avance en el diseño y construcción de un elemento de muro envolvente con una experiencia en tecnología de tierra vertida ⁸⁷en articulación con la concepción y práctica de vivienda progresiva. Por ello a continuación citaremos referentes y antecedentes que sirvieron de base para este trabajo, tanto en campo de las TIS como en la tecnología de muro.

⁸⁷ Los recursos para la construcción de las matrices fueron obtenidos gracias al proyecto de voluntariado “el movimiento no miente” (tierra vertida), convocatoria 2016 de la Secretaría de Políticas Universitarias. Dirección: Mariana Camino. Depto. de Geografía, Facultad de humanidades e Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, FCEyN, UNMdP.

Las experiencias de la red de tecnologías sociales en Brasil (Dagnino et al, 2004) y sus articulaciones con la Universidad Nacional de Quilmes en Argentina (Thomas, 2009), la producción de la Universidad Nacional de Córdoba (Peyloubet, 2012) y, entre otros, nuestros antecedentes en la ciudad de Mar del Plata. El programa Hábitat y Ciudadanía, de la UNMdP, promotor y co-constructor de la experiencia analizada en los barrios Monte Terrabusi, Nuevo Golf y Las Dalías, con la propuesta de un modo de gestión con base territorial que vincula hábitat popular y la promoción de emprendimientos (Cacopardo et al, 2007, 2013).

En el campo del hábitat popular, son pioneros los trabajos de Víctor Pelli desde el Instituto de Investigación y Desarrollo en Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste (FAU-UNNE) (Pelli, 1997), otro ejemplo más actual, de aplicación de un modelo de gestión alternativo descentralizado, que permitió crear un circuito productivo inter-actoral y una tecnología con fuerte base territorial, es el proyecto de investigación-acción de Villa Paranacito, en Entre Ríos (Peyloubet et al, 2010).

Las posturas alternativas se diferencian de los modelos de gestión instituidos, verticalistas, con decisiones políticas transferidas al territorio sin el accionar de los actores involucrados. En ese sentido, no consideran las características del contexto y de sus habitantes. Se centra la atención en los trabajos ejecutados, el tiempo y la inversión realizada, con un enfoque de resultado cuantitativo y en una lógica dirigida a la obtención de productos como la “vivienda terminada” o “llave en mano”.

En el marco de este trabajo, producto del análisis de las lógicas de crecimientos a pequeñas dosis en el mundo popular, el concepto de vivienda progresiva es el que más aproxima a las formas de habitar y el más abierto para crear condiciones de posibilidad para la participación y la autogestión.

Dentro de esta concepción interesa pensar alternativas al problema del cerramiento.

1.1. Concepción vivienda progresiva: antecedentes

La vivienda progresiva es entendida como una estructura abierta que va transformándose a lo largo del tiempo. En América Latina las realidades económicas y las dinámicas de las familias de escasos recursos, son las que determinan la inversión paulatina para completar la vivienda de un modo progresivo. En definitiva, se trata de ofrecer mayor calidad de vida a largo plazo, y mayor flexibilidad para adaptarse a la dinámica familiar, sus posibilidades, sus necesidades y sus deseos, lo que según Enrique Ortiz (2007), podemos integrar dentro del concepto de “producción social de la vivienda”.

A continuación se comunican tres experiencias que apoyan esta idea de vivienda progresiva desarrollada en América Latina:

- a. *Las experiencias del Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) en Córdoba, con la denominada “vivienda semilla”*. El CEVE propone la “vivienda semilla” (Gatani, 2013), que se compone de una tecnología no tradicional, abierta, que permite tomar decisiones de cierre a quienes accedan a ella. Sobre esta idea se desarrollan distintos sistemas constructivos, por ejemplo el sistema BENO, como el más difundido.
- b. *Carlos González Lobo en México y su idea de vivienda “gran galpón”*: se desarrolla en México y Nicaragua un concepto de vivienda progresiva que denomina “gran galpón”. Tipología de vivienda que posee mayor volumen que una vivienda en condiciones normales, pero con posibilidad de flexibilidad de uso en el tiempo y a un menor costo. A partir de lotes pequeños, opta por soluciones para la vivienda, utilizando tecnologías apropiadas - apropiables, que consideren futuros crecimientos. Se logra habitabilidad desde el principio, y hasta el término del proceso edificatorio. (González Lobo, 1998).

- c. *La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) de Chaco, con la propuesta de “vivienda núcleo”*: implica un abordaje teórico sistémico, como instrumento de articulación urbana. Este sistema consiste en el conjunto de casa-terreno-red de servicios básicos-orden barrial. Todo el conjunto resultante es lo que constituye el “núcleo”. La teoría nuclear implica libertad máxima para el completamiento, ya que todas las decisiones quedan en manos del usuario, siendo de vital importancia una guía técnica durante dicho proceso.
- d. *Desde el Programa de Hábitat y Ciudadanía (PHyC) de la Universidad nacional de Mar del Plata, FAUD, con el denominado “Soporte para el Habitar”*: (fig. 1) comprende una estructura metálica prefabricada de perfiles C galvanizados, con bases, columnas y techo en un corto plazo, que permite el completamiento del cerramiento exterior junto a la familia y en un proceso de autoconstrucción asistida.

Se consideran en el proceso de construcción del soporte el *diseño modular e innovación tecnológica* en relación a la máxima eficiencia que evita desperdicios posibles y genera el mayor espacio interior; la *gestión-logística* pone en valor los recursos para materiales y mano de obra para el montaje de la infraestructura apropiada para el desarrollo de este sistema “soporte”, que emplea la estrategia de armado “in situ” que se adapta a realidades territoriales difíciles (accesibilidad, topografía, riesgo a inundación, etc.); el *transporte* requerido es de bajo porte y soluciona los problema de traslado de la estructura.

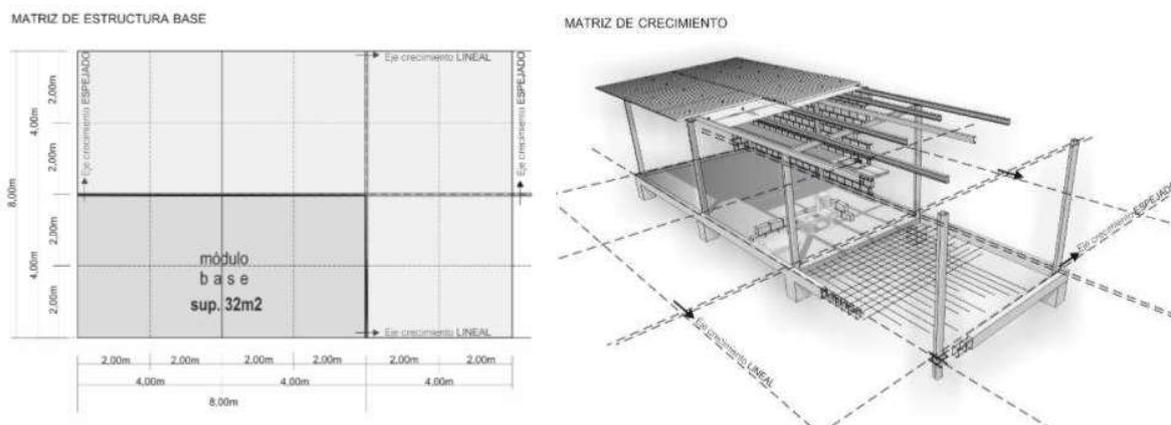


Figura 1. Soporte para el habitar

Por otra parte, la *mano de obra* requiere de una especialización media, es decir, conocimientos básicos de soldadura y manipulación de herramientas, específicas del sistema; la *autoconstrucción asistida* se realiza por parte de profesionales y voluntarios especializados, para el completamiento del cerramiento, donde en cada caso se toman distintas soluciones de tecnologías constructivas, según los recursos disponibles de la familia. La *aceptación social*, es de suma importancia ya que a partir de la experiencia en el territorio, percibimos buena aceptación por parte de los vecinos y la familia ya que el impacto que genera es progresivo, los vecinos colaboran en su construcción, indagan sobre las tecnologías y las técnicas empleadas, aprenden ciertos procedimientos constructivos propios del sistema, generando intercambio de saberes profesionales, técnicos y populares (en el marco de las TIS). Finalmente, se destaca la *flexibilidad* de este sistema prefabricado, que posibilita adaptarse a las infinitas situaciones territoriales. Aquí se plantean tres alternativas de estrategias y procesos aplicables: a- *Soporte nuevo*, de estructura base de piso, techo instalación sanitaria; b- *Soporte tipo cáscara o paraguas*, se da en situación de alto riesgo estructural, construyéndose por encima de lo existente, buscando eliminar los riesgos a corto plazo; c- *Soporte para ampliación*, el módulo base permite crecer en cualquiera de sus sentidos.

Como balance, la vivienda semilla que propone el CEVE pone énfasis en la vivienda como proceso progresivo, como producto tecnológico y con objetivo de transferencia masiva. La

vivienda “gran galpón” hace hincapié en la evolución de un gran espacio inicial que será concluido según las condiciones familiares a lo largo del tiempo y, por otra parte la vivienda nuclear de Pelli, tiene una postura sistémica, que trasciende la vivienda como producto y reconoce como prioritario a las “conexiones” de servicios de infraestructura, accesibilidades, inserción en la trama urbana e inclusión legal y cultural. El PHyC se sitúa en un modelo de gestión alternativo, que implica interacciones con procesos de diversa complejidad, entre la sociedad civil y con algunos segmentos del estado, con un abordaje del problema social desde el territorio, como parte de una red alternativa de cogestión y facilitador de procesos. Implica un modo acción con “participación concertada”, con presencia activa del grupo o sector destinatario de las acciones de transformación, con una concertación de intereses, conflictos y puntos de vista de los actores involucrados.

1.2. Tierra vertida: antecedentes

La construcción con tierra tiene más de cinco mil años de antigüedad y está asociada a sistemas primitivos, la tierra es aún hoy objetivo de los investigadores que buscan el avance de la tecnología, para el desarrollo de sistemas constructivos innovadores caracterizados por la simpleza y el cuidado ambiental, la eficiencia y el bajo costo.

La construcción con tierra utiliza un material que puede ser producido a partir de la misma tierra excavada de la obra o terrenos circundantes donde se lleva a cabo la edificación, lo cual disminuye el transporte de material y consecuentemente su costo, es amigable con el medio ambiente por revertir un pasivo ambiental en recurso. En los últimos tiempos su interés se ha incrementado debido a su comprobada durabilidad con el número de construcciones antiguas de tierra que permanecen en pie después de milenios. Las construcciones sostenibles se logran utilizando fuentes naturales de tal forma que cumplan las necesidades económicas, sociales y culturales, sin agotar o degradar estos recursos (Revuelta-Acosta, J.D. 2010).

Se han realizado algunas comparaciones entre construcción convencional y con tierra en cuanto a los aspectos técnicos y ambientales. Algunos modelos de las construcciones propuestas han concluido que las construcciones de tierra dan la oportunidad a la gente de construir sus casas de una forma ecológica y económica, siendo posible aplicar estos métodos de construcción en ciudades orgánicas las cuales podrían ser fácilmente construidas, recicladas y transformadas si es necesario (Sargentis, G. 2009).

La tierra vertida es un término reciente se refiere a una mezcla dosificada de gravilla, arenas y limos, aglomerados por la arcilla. Se dice que es “estabilizada” cuando se le añade un compuesto (cal, por ejemplo) que mejora las cualidades del material (como la resistencia) (Doat, P., Hays, A., et. al 1990). La tierra vertida también es considerada un suelo en forma de lodo líquido pero conteniendo agregados arenosos, incluso hasta el punto de grava y puede desempeñar la misma función que el concreto magro (Houben y Guillaud 2005).

1.3. Desarrollo de la Experiencia

El presente trabajo, desarrollará la tecnología de tierra vertida estabilizada para el completamiento del cerramiento vertical de un “soporte para el habitar”, en el barrio popular Nuevo Golf de la ciudad de Mar del Plata, Argentina, para una familia compuesta por un matrimonio y sus dos hijas, con el objeto de mejorar sus condiciones habitacionales. Coproducir tecnologías en el territorio, implica no solo efectivizar cultura y saberes populares de la construcción, sino también disponer de los recursos materiales existentes, en este caso, rocas y áridos. Este proceso de co-construcción, se llevó adelante a partir del trabajo de la Universidad Nacional de Mar del Plata, diferentes alianzas institucionales, jóvenes profesionales, voluntarios y en conjunto con la familia misma.

2. OBJETIVO PRINCIPAL

Aportar alternativas al desarrollo tecnológico ambientalmente sostenible, en pos del hábitat popular, a partir del completamiento de la envolvente vertical de un “soporte para el habitar”.

3. METODOLOGÍA

Desarrollo de tecnologías, materiales y componentes a partir de una idea integral denominada “Soporte para el habitar” (Cacopardo et al, 2016).

Hay dos órdenes de aspectos centrales que guían el proceso y que son constitutivos. Por un lado, variables de factibilidad socio-económica, los recursos posibles y potenciales y la participación de la familia en las decisiones. Por otro, la articulación de saberes empíricos propios de las lógicas constructivas populares y particulares de cada familia, con el conocimiento de carácter técnico-científico. Este último como control de calidad necesario basado en la comprobación y comparación de la calidad y utilidad de los desarrollos tecnológicos empleando protocolos e indicadores universalizados y aceptados dentro del campo de la construcción.

Cada tecnología refiere en forma sistémica a esta estructura. El desarrollo que se presentan en este artículo en relación a tecnologías, técnicas y materiales para el componente muro de tierra vertida o de morteros mixtos se han seleccionado a partir del grado de aceptación y participación en talleres de capacitación, replicabilidad por autoconstrucción lograda por los vecinos y la interacción de las redes de gestión.

Se aplicaran las siguientes tareas y métodos específicos:

- a. Análisis de la información y evaluación de antecedentes a partir de la búsqueda bibliográfica, la evaluación de cuadros, tablas, fichas técnicas descriptivas, mapas y entrevistas.
 - b. Diseño de la estructura metálica, y los elementos correspondientes a encofrados y moldes para muros, con criterios de estandarización de los procesos constructivos. Uso de software 2D, 3D.
 - c. Reuniones participativas con futuros usuarios y profesionales de distintas disciplinas.
 - d. Diseño de materiales, componentes, elementos y sistema constructivo.
- Estructura Metálica Soporte: modelo de uso de trabajo en taller, y montaje en territorio.
 - Muros: Técnica de tierra vertida en un encofrado desmontable, diseñado de acuerdo a variables que articulen con la estructura soporte y e idea de vivienda progresiva. Pruebas en taller para elección de técnicas y materiales. Apuesta innovativa a utilización de materiales accesibles en territorio.

4. PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

4.1. Experiencia Barrio Nuevo Golf, Mar del Plata. Flia. Suárez

Aquellos aspectos de pobreza estructural ya mencionados, se evidencian en las condiciones en las que viven las familias del Barrio Nuevo Golf, asentamiento emergente en el marco de la crisis de los años 2001-2002. Ubicado entre los últimos barrios del ejido urbano y las tierras rurales al sur de la ciudad. Cuenta con, aproximadamente, 700 familias según la Dirección Social de Vivienda de la Secretaría de Planeamiento Urbano, de la Municipalidad de General Pueyrredón.

El Barrio Nuevo Golf, ubicado detrás del campo de Golf Club Mar del Plata, al Sur de la ciudad, en un borde entre los últimos barrios del ejido y las áreas rurales del Sur, está delimitado por la Av. de Circunvalación Mario Bravo y las calles 118, 100 y Cabo Corrientes.

Se accede a través de la continuación de la calle comercial Cerrito y su cruce con la Av. Mario Bravo, la cual continúa de mejorado de tierra y luego de las lluvias se torna de difícil accesibilidad por la gran cantidad de baches y charcos, producto de la falta de mantenimiento. (fig. 2). El trazado de las calles es irregular, y las calles internar presentan la misma problemática que Cerrito, a la que se suman la existencia de micro-basurales que agravan la accesibilidad. El asentamiento, surge con un ordenamiento popular espontaneo que “simula” la continuación de la trama urbana. Las características del hábitat y las viviendas presentan, carencias estructurales y de servicios esenciales de agua, desagües cloacales y gas, y la discontinuidad del transporte público. En sus expresiones más críticas se encuentran numerosas viviendas de chapa y madera, e estado de emergencia. Tomamos como base empírica la selección de la manzana perteneciente al barrio (manzana nº 60), como unidad de análisis territorial. Por otro lado, se estudia en cuatro cortes, el proceso en la parcela 15, de la mzn nº 60, perteneciente a la familia Suárez.

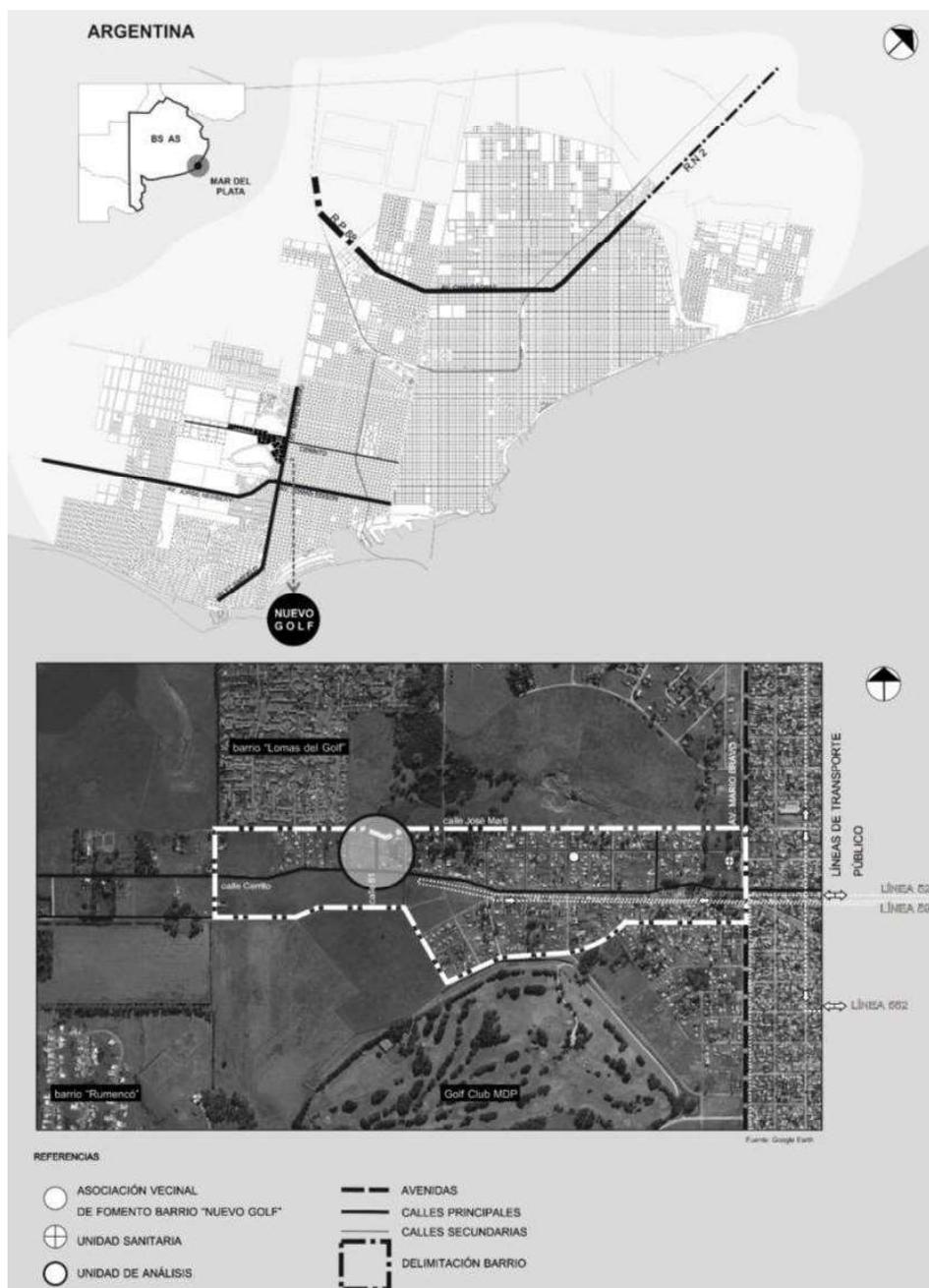


Figura 2. Localización en la ciudad y aproximación al barrio

La calle 81 (fig. 3), entre Cerrito y Gianelli congrega dos manzanas que tienen la particularidad de ser una zona en donde se realizaron (y se realizan) experiencias co-participativas, donde los vecinos se involucran activamente en los procesos, en los últimos años, apoyados y gestionados por el PHyC.

Las manzanas, en un 89% de ocupación de sus parcelas, se componen de viviendas en la mayoría de construcción precaria y/o casillas con cerramiento de chapa y madera. En la parcela 5 de la manzana 62 se observa el desarrollo de la Familia de Elisa Segovia, donde funciona el emprendimiento barrial de bloques cementicios.

En esta parcela se desarrolló un proceso progresivo de construcción de la vivienda de la familia, así como también en la génesis del emprendimiento socio-productivo. En la parcela 11 de la mzn 60, funciona el comedor comunitario “Dulces Sonrisas” y futuro salón cultural y educativo, co-gestionado por el programa y distintas instituciones. En este contexto, Maximiliano Núñez (20) en adelante (MN) y su familia formada por su mujer Jessica Suarez (20) en adelante (YS) y dos hijas de 2 y 4 años, es donde se han realizado intervenciones co-participativas de saberes técnicos y populares (equipo técnico, vecinos del barrio, instituciones, idóneos de la construcción, etc.). Ambos jóvenes nativos del barrio Nuevo Golf bajo un contexto de pobreza estructural (imposibilidad de acceso a educación, salud, vivienda, etc.).



Figura 3. Situación de la calle 81

4.1.1. Proceso de desarrollo parcelario

En la figura 4, (año 2015) el lote 15 funcionaba como basural a cielo abierto. MN y JS lograron, junto a los vecinos, que pueda ser removido, eliminando así fuentes de enfermedades y plagas. Por otro lado, lograron la apertura de la intersección de la calle 81 y la calle Gianelli, aledaña a los montículos de desechos, para poder facilitar la circulación de las familias del barrio. El espacio donde vive la familia es una casilla construida con materiales recolectados por MN como chapas, maderas, lonas, cartones, etc. y se mantiene de forma precaria. La condición habitacional es sumamente deficiente y nociva para la salud. La ausencia de un piso seco y un baño es una situación frecuente en estos casos y por eso se ha trabajado de manera conjunta con esta familia, para mitigar de la situación de precariedad y generar un piso mínimo de habitabilidad.

Etapa 1: La ausencia de un baño en la casilla de la familia, impulsó al equipo de trabajo a obtener materiales necesarios para su construcción; por un lado, los bloques de tierra comprimida (BTC) destinados al tabique fueron realizados por la emprendedora asentada en la mzn 62, también beneficiaria del PHyC, Elisa Segovia (Cacopardo, et al. 2016) y ahora referente barrial por su desarrollo en la actividad. MN, paulatinamente, fue involucrándose personalmente en la producción de la bloquera, y formó parte del trabajo de campo que se realizó a partir de la tesis de grado de dos estudiantes de la carrera de Ingeniería.



Figura 4. Proceso parcelario

Por otro lado, materiales como el cemento y el árido de cantera, necesarios para ejecutar el piso seco, fueron obtenidos mediante convenios con empresas privadas, como la cantera Yaraví S.A, ONG'S y Colegios Profesionales, y así con interacción multisectorial y de la familia, se logró construir el baño. Asimismo la familia, apoyada por vecinos, adquirió los recursos y mano de obra necesarios para las terminaciones en el interior del baño en este proceso de auto-construcción asistida. La familia dedicó jornadas de trabajo en el revoque de las paredes interiores, y un trabajo de mosaiquismo en la pared contigua al sector de ducha. Esta última tarea fue encarada personalmente por JS con la ayuda de una integrante del programa de investigación. A partir de dicha actividad, se evidenció un singular cambio en el modo de interactuar de JS para con el equipo y sus pares. Tomó y desarrolló un rol de mayor protagonismo en las siguientes etapas del proceso de construcción.

Etapas 2: Concluido el baño, y observando el impulso que la familia adquirió en su proceso de auto-construcción, se gestionaron los recursos para el soporte y la instalación de un pilar de luz social para conectarse a la red. Los recursos económicos fueron provistos por la convocatoria de voluntariado universitario -10ma edición, año 2015 - (de la Dirección Nacional de Desarrollo Universitario y Voluntariado), dirigida por el arquitecto Fernando Cacopardo y denominada "Hábitat para los Invisibles". Se accedió a la compra de los perfiles para la construcción de la estructura (columnas y vigas) del soporte habitacional. El soporte atravesó una etapa de diseño, en base a ciertos elementos existentes, como el baño y la ubicación de la casilla. La flexibilidad del sistema prefabricado, posibilita adaptarse a las infinitas situaciones territoriales, siempre optimizando recursos y materiales, los cuales tienen un rol fundamental a la hora del diseño y ajuste tecnológico.

El soporte para MN se desarrolló con 9 columnas y un techo a dos aguas, de perfilera metálica, a partir de la donación de 16 chapas galvanizadas de 3,50m, cubriendo un total de 7,00m x 8,00m. Este proceso llevó día 1, el armado en taller de la estructura metálica; día 2, el transporte y montaje in situ; y día 3, la colocación del techo.

En este caso, las bolsas de cemento las adquirió la familia y la mano de obra se ejecutó en forma conjunta con profesionales, voluntarios estudiantes, entre otros. La platea se ejecutó en una jornada de trabajo y entró en servicio a las 24 horas luego del fraguado. A través de distintas gestiones con la empresa privada OSSE y profesionales involucrados en el programa, se logró acoplar al sistema cloacal del baño un bio-digestor, el cual reemplaza los pozos ciegos destinados a recibir aguas negras, por un sistema que las transforma en agua limpia. Teniendo en cuenta que las napas de agua en esta zona están a muy pocos metros de la superficie (3,00m aproximadamente), se evita la contaminación de las mismas.

Este proceso también fue acompañado por la familia la cual participó de manera activa en su construcción y puesta en marcha.

4.2. Tecnología del muro de envolvente con la técnica de tierra vertida en el marco de la estructura del soporte

La técnica de tierra vertida, es una propuesta tecnológica que utiliza materiales naturales alternativos, no contaminantes, con disponibilidad en los lugares de aplicación. De acuerdo a los materiales presentes en el territorio (tierra greda, rocas producto de la explotación de una cantera cercana y la posibilidad de contar con un árido de descarte 010-06 de la cantera local) se evaluaron métodos constructivos que incorporen la materia prima en su elaboración. Entre los métodos planteados y las posibilidades de financiamiento, se plantea la posibilidad de realizar tapias y verter estos áridos previamente mezclados con aglomerantes (cemento portland en este caso) dentro del encofrado, generando un muro conocido "Muro de áridos vertido estabilizado" con una innovación diferente respecto a la bibliografía especializada en muro de tierra vertida. (Hall, 2004; Hadjiri, et al, 2007; Revuelta, 2010)

4.2.1. Método de elaboración muro de tierra vertida:

Teniendo como base existente el denominado "soporte para el habitar", se diseña una moldería tipo encofrado que resulte sencillo de armar, y que garantice una buen avance de construcción en poco tiempo.

El diseño y armado de encofrado (fig. 5), se realizó a partir de placas fenólicas con film plastificado negro de 18mm de espesor y tubos estructurales de hierro de 50mm x 50mm y perfiles "C" galvanizados, que funcionan como puntales para contener luego el vertido árido. Se tiene en cuenta el máximo aprovechamiento de estos materiales para sacarle el mayor volumen posible al encofrado y tener el mínimo desperdicio de materiales. Este encofrado se prepara en taller y es fácilmente trasladado a donde sea necesario. Se diseñaron dos tipos de encofrados, uno tipo esquina, y otro tipo longitudinal. Estas dos tipologías se adaptan perfectamente al sistema constructivo del soporte, aunque también pueden ser armados en otros contextos. El ancho del encofrado está diseñado en función de las medidas estándar del material fenólico, y la altura final, puede ser variable, ya que depende de la cantidad de mortero que vaya a contener. Esta cantidad se pensó en función de generar una primera gran hilada de 2,20m de ancho por 1.10m de alto, y que genera un perímetro en el espacio que tiene dos funciones: la primera, es entender que la vivienda ya reconoce el límite entre el interior y el exterior, aunque no esté completo hasta el techo, y en este sentido, se ve mucho más cercano el objetivo de poder completar el cerramiento en su totalidad. En segundo lugar, la altura del muro, se pensó en función de poder apoyar a este nivel, las ventanas.

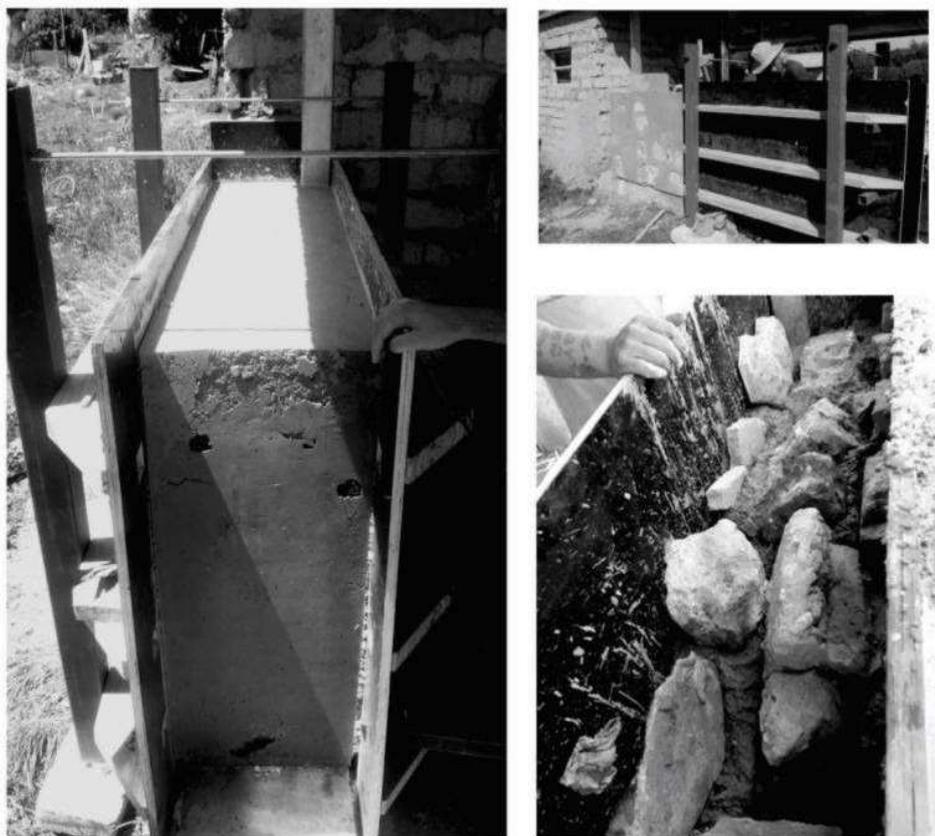


Figura 5. Encofrado de árido vertido

El armado de encofrado se da en el territorio, colocado sobre el cajón hidrófugo previamente ejecutado: en primer lugar se colocan los paneles laterales previamente pintados en su interior con algún desmoldante (aceite quemado por ejemplo) y junto a los tubos estructurales que funcionarían de contención para evitar que éste se abra por el peso propio del vertido. Luego se aploma y se nivela con nivel de mano y se ajustan las tuercas en las

varillas para evitar movimientos y generar rigidez. Este proceso de armado siempre es acompañado por la familia, los cuales se capacitan y aprenden a manejar el sistema para luego reproducirlo ellos mismos. El llenado de encofrado y desmolde es compartida con vecinos y familiares que se interesan y también aprenden a replicarla en sus propios hogares. El mortero es preparado dentro en una máquina hormigonera mezcladora eléctrica siguiendo el siguiente orden de vertido de materiales: agua - 20lts, arenilla 010-06 - 4 (cuatro partes), cemento portland - 1 ½ (1 parte y media), tierra colorada - 4 (cuatro partes), arena - 4 (partes), cascotes de obra - (No supera el 30 % del volumen de la mezcla). Los cascotes o fragmentos de rocas, se colocan dentro del encofrado a medida que se va llenando.

Seguir este orden es importante para no empastar la mezcla dentro de la mezcladora y obtener una mezcla homogénea. Una vez obtenida la mezcla, la misma es vertida con baldes dentro del encofrado y en paralelo se agregan rocas al vertido sin superar el 30% del volumen total. El encofrado se llena hasta una altura de 1.10m (fig. 6), y es coincidente con la altura de apoyo de las aberturas. El encofrado es desarmado a las 24 horas de vertido el material y ya puede ser usado en otro tramo de la envolvente.



Figura 6. Muro de árido vertido y completamiento del soporte

La terminación es una pintura transparente hidrófuga que impide la generación de hongos y el desgranamiento por el desgaste de la lluvia y el sol. Una vez desencofrado tiene un espesor de 40cm y 1,10m de alto, esta característica le permite recibir cualquier otro tipo de cerramiento tipo mampostería.

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

5.1. Estructura invisible y cerramiento “turrón”

Los resultados de este trabajo aportan a dos niveles articulados de discusión, la vivienda progresiva y las alternativas de cerramiento, con aportes posibles de innovación de la tecnología en tierra vertida.

Respecto del primero, la concepción y práctica de vivienda progresiva en un marco de TIS en territorio otorga la libertad de decidir sobre sus propias trayectorias en el proceso co-construcción de la vivienda y la resolución de sus problemas, según sus recursos, decisiones y formas de habitar. La concepción “soporte” aporta el piso y el techo, como una estructura invisible de perfiles que no ofende la pobreza del vecino, crea un impulso importante de resolución de problemas frente a condiciones casi inalcanzables para las familias sumidas en esa condición de extrema pobreza. La cubierta es lo más difícil de alcanzar. Gran parte de las viviendas precarias y esfuerzos de autoconstrucción mueren en los muros. La cultura material y técnica del mundo popular tiene más capacidades instaladas, recursos y estrategias para resolver el problema del cerramiento.

Los resultados de la experiencia llevada a cabo con la tecnología de áridos vertidos o mixtos contribuyen con los siguientes niveles de reflexión a este campo: en primer lugar, el árido vertido, a diferencia de otros sistemas de construcción con tierra, como el de muro tapia, donde se apisonan los vertidos por capas, requieren más tiempo de mano de obra y materiales que quizás no se encuentran en el territorio. La técnica del árido vertido tiene una buena adaptación territorial, es un sistema de sencillo aprendizaje, a diferencia de la construcción tradicional, y además, con una muy buena apropiación social. Por otro lado, los materiales que se usaron se encuentran en el territorio, es de fundamental relevancia. No solo se usa el material principal, árido de trituración denominado arenilla 010-06, sino que se combina con otras arcillas presentes en el mismo lugar donde se construye, así también como rocas de distintos tamaños que colaboran a ocupar volumen de mezcla. El basamento logrado con esta técnica, con una altura apta para el apoyo de ventanas y con la resistencia para soportar cualquier otro tipo de cerramiento, logra dar ese primer paso para poder terminar la envolvente por completo, de forma rápida, sencilla y económica, con un alto nivel de apropiación tanto de la técnica, como del resultado final, la vivienda completa. Además, en un registro de diseño tecnológico, pensar la matriz del muro en forma sistémica, en relación a la estructura soporte, los procesos de autoconstrucción y las formas de habitar permite una discusión más comprensiva de esta tecnología para resolver problemas.

Por último, y como indicador de apropiación social y técnica, resulta sugerente como legitimación social la denominación popular que surge de la percepción de su textura: “el turrón”.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- *Cacopardo, F.A., Cusán, M.I., y equipo colaborador (2016). Desarrollo tecnológico como desarrollo humano en contextos de extrema pobreza: Soportes para el Habitar. Revista Académica Facultad de Ciencias Sociales 7 (4). Buenos Aires*
- *Cacopardo, F. A., Cusán, M. I. y Rotondaro, R. (2013). Tecnologías sociales como un emergente territorial: aportes para un modelo de gestión del hábitat popular. Cuaderno urbano: Espacio, cultura, sociedad, 14(14), Universidad Nacional del Nordeste: Nobuko .EUDENE, pp. 119-145.*
- *Dagnino, R.; Cruvinel Brandão, F, y Tahan Novales, H.(2004). Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. En: Tecnologia Social. Uma estratégia para o desenvolvimento. CIP, Rio de Janeiro. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.*
- *Doat, P.; Hays, A.; Houben, H.; Matuk, S. y Vitoux, F. del Grupo CRAterre (1990) Construir con tierra. Tomos I y II. Fondo Rotatorio Editorial. Bogotá, Colombia*
- *Gatani, M. (2013). La vivienda semilla. Propuesta alternativa para sectores sociales con déficit habitacional. Tecnología y Construcción, 17(1). Universidad Central de Venezuela.*
- *González Lobo, C. (1998). Vivienda y ciudad posibles. Tecnologías para vivienda de interés social, vol. 4. Escala. Bogotá, Colombia.*
- *Houben, H. and Guillard, H. (1994). Earth Construction: A Comprehensive Guide, Intermediate Technology Publications, London.*

- Ortiz Flores, E. (2007). *Integración de un sistema de instrumentos de apoyo a la producción social de vivienda. Coalición Internacional para el Hábitat (HICAL). México.*
- Pelli, V. (1997). *El Derecho a la Tierra. Comunidad Aborigen Cacique Pelayo. Documento del Instituto de Investigación y Desarrollo en Vivienda (IIDVi) e Instituto para la Comunidad y el Hábitat (IcoHa). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNNE, Resistencia, Chaco.*
- Peyloubet, p., Fenoglio, v. y otros (2010a) "Modelo cognoscente que resignifique el binomio problema- solución. Perspectiva perceptiva y metodológica." Ponencia Congreso ESOCITE. Universidad Nacional de Quilmes. Junio 2010. Bs. As. Argentina.
- Revuelta J.D. et al, "Adobe As A Sustainable Material: A Thermal Performance", *Journal Of Applied Sciences* 2010.
- Rotondaro, R; Cacopardo, F (2014) *Construcción con tierra y tecnologías sociales. Modos de participación en la materialidad de la vivienda. Horizontes Revista de Arquitectura nº6. NHAC, Oaxaca de Juarez México. (p 17-22).*
- Sargentis G-fivos., Kapsalis V.C. (2009) *Earth Building. Models, Technical Aspects, Test and Environmental Evaluation. International Conference on Environmental Science and Technology. 1-10pp.*
- Thomas, H. (2009). *Sistemas Tecnológicos Sociales y Ciudadanía Socio-Técnica. Innovación, Desarrollo, Democracia. Iº Encuentro Internacional de Culturas Científicas y Alternativas Tecnológicas. Editor: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. 8 y 9 de octubre, Buenos Aires. pp. 65-86.*
- Autores: Cacopardo, Gabriel; Camino, Mariana; Freire, Patricio Gabriel; Melian, Isaac; Rotondaro, Rodolfo.