

PRODUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BTC Y NÚCLEOS SOCIO-PRODUCTIVOS A PARTIR DE TIERRA DE EXCAVACIÓN

Mirta Eufemia Sosa, Stella Maris Latina, Irene Cecilia Ferreyra

Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, Facultad de Arquitectura y Urbanismo,

Universidad Nacional de Tucumán, criaticfaunt@gmail.com

Palabras claves: recurso natural, producción BTC, Tucumán

Resumen

Este trabajo realizado en el marco del Proyecto de Investigación PIUNT 26 B/615 de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), es desarrollado por integrantes del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATIC). Se busca demostrar que el volumen de tierra obtenida en excavaciones realizadas para la construcción de edificios en la ciudad capital de la provincia de Tucumán, San Miguel de Tucumán (SMT), Argentina, posibilitaría la elaboración de bloques de tierra comprimida (BTC) para la construcción de viviendas a partir del diseño de un núcleo socio-productivo (NSP) ubicado en la periferia de la ciudad. Este recurso natural, desechado en terrenos limítrofes del municipio sin ningún control que genera vertederos encubiertos, podría constituirse en excelente materia prima para la materialización del hábitat, deficitario en el país. La investigación se desarrolla en dos fases de ejecución; se expone la primera de ellas, que comprende cinco etapas. El área de estudio comprende el sector ubicado dentro de las avenidas principales de SMT. En primera instancia, se realiza el registro y recopilación documental del perfil litológico del municipio. Se continúa con el relevamiento de edificios que iniciaron su construcción entre 2018 - 2019 y la información suministrada por las empresas constructoras logrando el registro de 18 excavaciones; cartografía de los sitios de extracción y destino de la tierra, así como los espacios de servicios y vacíos urbanos; diseño de la vivienda a construir con BTC y la ubicación de un NSP de baja escala planteado a partir del estudio y análisis del Código de Planeamiento Urbano de la ciudad. Como culminación de la investigación -segunda fase- se pretende redactar, ante la carencia del mismo, un proyecto de protocolo de ordenanza municipal, que regule el destino final de la tierra proveniente de las excavaciones.

1. INTRODUCCIÓN

A escala mundial, frente a la crisis demográfica-habitacional-medioambiental, la tecnología de la arquitectura y construcción con tierra se plantea como una alternativa apropiada de respeto al medio ambiente y como un importante recurso para la materialización de un hábitat deficitario en amplios sectores de la sociedad.

El crecimiento exponencial de la población y el excesivo consumo energético en el mundo, también se refleja en nuestro país, especialmente en la región del noroeste argentino (NOA). Su tasa de crecimiento demográfico si bien es baja, con el 7% menos que el promedio anual del país, la situación socio-económica se manifiesta en familias numerosas y viviendas deficitarias, que atraviesan situaciones de hacinamiento en villas o asentamientos informales en los centros urbanos sin acceso a los servicios básicos.

La provincia de Tucumán es la de menor superficie del país, a pesar de ello, es la de mayor densidad de población, con 64,3 hab/km², supera a la provincia de Buenos Aires con 50 hab/km² según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas y Hogares (INDEC, 2010). Estas estadísticas realizadas a cada 10 años indican que, entre los años 1991 a 2010, la población creció cerca del 30.4%. El municipio de San Miguel de Tucumán (SMT), ciudad capital de la provincia, se ha extendido de tal manera que ha generado el área metropolitana de Tucumán (AmeT), junto con otros seis municipios: Yerba Buena, Tafí Viejo, Alderetes, Lules, Banda del Río Salí y Las Talitas. Esta urbanización se constituye en la cabecera de mayor jerarquía del territorio provincial y de la región del NOA y la quinta a nivel nacional (PEM, 2019).

En el centro urbano populoso de SMT, la situación demográfica-habitacional se manifiesta de manera diferenciada y contrastante según la zona que se analice. En el borde de los canales Sur y Norte y márgenes del Río Salí se “localizan las áreas de más altas Necesidades Básicas Insatisfechas, los mayores índices de desocupación, la mayor cantidad de población sin cobertura de salud, las viviendas más precarias” (Plan Estratégico, 2016) y en las áreas que circundan el centro cívico existe una intensa construcción de edificios en altura destinados a viviendas. Esto último produce que la tierra extraída de la excavación de fundaciones, considerada como desecho, sea arrojada, especialmente, en las áreas periféricas antes mencionadas, transformando a esos terrenos, en suelos degradados (Fernández, 2017). Esta situación está produciendo un importante impacto ambiental en el conurbano, así como generando en desperdicio un recurso de gran potencial para la construcción de viviendas de bajo costo.

En este sentido, el proyecto de investigación que se lleva a cabo desde el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) propone tanto la investigación como el desarrollo y la transferencia tecnológica a partir de considerar las potencialidades y los beneficios que implicarían el aprovechamiento del uso de la tierra extraída de la excavación para el mejoramiento del hábitat y el desarrollo social. A partir de esto y con la aplicación de estrategias y un modelo de gestión, se plantea viabilizar la producción de componentes constructivos para la materialización de viviendas y el equipamiento urbano necesarios con un material natural con escaso o nulo consumo energético.

El propósito es dar soluciones apropiadas a los problemas antes mencionados -falta de vivienda, desempleo, desecho de gran volumen de tierra proveniente de excavación que es mezclada con residuos varios- a través de un proceso participativo entre la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) y la población. Esto sería posible por medio del diseño y el emplazamiento de núcleos socio-productivo (NSP) ubicados en sectores estratégicos del municipio, en los que participarán recursos humanos, materiales y económicos locales en la producción sostenida de componentes básicos como el BTC y elementos constructivos de bajo costo relativo.

2. MARCO TEÓRICO

En las últimas décadas, los debates relacionados con la gestión ambiental adquirieron gran importancia ante la creciente toma de conciencia de que los problemas pueden traspasar las fronteras de los países o que, por su alcance global, no resulta posible solucionarlos mediante leyes nacionales. En la actualidad, los tratados y convenciones entre países constituyen el principal modo de generar leyes ambientales internacionales. Se insiste en que una construcción sostenible debe ser accesible económicamente para la mayor parte de la población. Se resaltan los beneficios que la buena práctica de la construcción podría significar para el desarrollo sostenible y se comienza a considerar la importancia de la arquitectura ecológica y los beneficios que podría aportar a este problema mundial.

Es así que surgen grupos que alientan la concepción de edificios con una creciente tendencia a la revalorización de los materiales locales y de las técnicas tradicionales; resurgen así las técnicas constructivas con materiales naturales, con mínimo proceso industrial como la tierra, la madera y la caña.

Plantear la arquitectura de modo respetuoso con el entorno es una de las respuestas a los problemas ambientales denunciados en las cumbres internacionales.

Según el Ministerio de Relaciones Exteriores argentino, se entiende al desarrollo sostenible como un concepto que necesariamente debe conjugar los aspectos del crecimiento económico, del desarrollo social y de la protección ambiental, de una forma equilibrada, global, interdependiente y solidaria. En el año 2002, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable sanciona la Ley General del Ambiente N° 25.675, que plantea entre sus principales objetivos de política ambiental nacional, asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como

culturales, la realización de actividades antrópicas¹ que posibiliten sostenibilidad ecológica, económica y social del desarrollo, así como promover cambios en los valores y conductas sociales que faciliten el desarrollo sostenible.

En estudios estadísticos realizados Cabrera (2016) referidos a la arquitectura sustentable en Argentina, se menciona que el sector de la construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados. Los materiales y productos para la construcción pasan por varias fases de producción para llegar hasta su uso: la fase de extracción y elaboración de materias primas constituye la etapa más significativa por su impacto al ambiente, que se traduce en emisiones de CO₂, vertido de líquidos nocivos al agua, residuos y exceso de consumo energético; las fases de puesta en obra y final del ciclo de vida de los materiales de construcción coincide con su tratamiento como residuo. Estos proceden, en su mayor parte, de la demolición o remodelación de las construcciones, que son trasladados a vertederos y mezclados con residuos de diversa procedencia que además de generar contaminación, producen un importante impacto ambiental y visual.

El estado nacional, durante el año 2018, a través de la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable dependiente de la Secretaría General y la Secretaría de Vivienda del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, ha enunciado una estrategia nacional de vivienda sustentable, que abarcaría varios aspectos e indicadores congruentes a llevar a cabo para lograr una vivienda con nivel de eficiencia y confort para sus habitantes procurando de esta manera promover de manera eficaz el desarrollo sostenible.

Sin embargo, son escasos los municipios en Argentina, que en los últimos años aceptan la construcción con tierra luego de sucesivas peticiones de pobladores y profesionales del lugar. El mayor movimiento en este sentido, está dado por grupos de personas de buena voluntad autoconvocadas, algunos profesionales de distintas incumbencias, interesados en hacer su pequeño aporte para el mejoramiento del medio ambiente.

La Red Protierra Argentina, enfocada en el desarrollo responsable de la construcción con tierra, por intermedio de sus miembros, reunidos en comisiones de trabajo, ha elaborado un proyecto de ordenanza y anexo técnico de arquitectura y construcción con tierra², para que sea discutido y adoptado en todos aquellos municipios y comunas que aspiren a ampliar y habilitar la materialidad de las obras construidas en ellos.

En Tucumán, la arquitectura sostenible no es tenida en cuenta en la mayoría de los casos; la construcción con tierra tiene muchos adeptos en la zona de los Valles Calchaquíes, sin embargo, en general, es tomada como una moda, más que una toma de conciencia frente a una alternativa constructiva de bajo consumo energético en las diferentes etapas de vida de un edificio.

En la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la UNT, desde 1997 a la fecha, se dicta la materia electiva arquitectura de tierra, con el objetivo de incentivar a los alumnos, futuros profesionales, a adoptar este material en sus proyectos; así también, desde el CRIATiC, se imparten cursos y capacitaciones en centros vecinales y municipales estimulando a la población al uso de la tierra como excelente material de construcción en sus diversos sistemas constructivos. No obstante, todavía hay reticencia en sumarse a esta propuesta.

¹ Actividades antrópicas: Producido o modificado por la actividad humana; por ejemplo, la deforestación, la pesca, la agricultura, la mayoría de las emisiones de gases de carbono a la atmósfera (de origen fabril, vehicular, etc.) Diccionario de la Real Academia Española - RAE

² <http://redprotierra.com.ar/2021/08/02/ordenanza/>

Etapa 1. Investigación de antecedentes documentados

Búsqueda, registro y recopilación documental referida al perfil litológico del área de estudio, disponible en organismos e instituciones.

Etapa 2. Actividades de campo para determinar el volumen de tierra proveniente de excavaciones

- a) Organización de los integrantes del equipo de investigación en cuatro grupos de trabajo para realizar el relevamiento de obras de demolición, baldíos, obras nuevas, a fin de determinar el volumen de tierra de excavación.
- b) Zonificación del área delimitada por las cuatro avenidas en dos cuadrantes: Barrio Norte y Barrio Sur, con un total de 180 manzanas - Barrio Norte: 12 cuadrantes= 87 manzanas; Barrio Sur: 8 cuadrantes= 93 manzanas

Se realiza una corrección en el límite Oeste que corresponde al eje de las Avenidas Mitre-Alem, desplazándolo a calles Catamarca-Marco Avellaneda-Bernabé Aráoz.

Etapa 3. Análisis de la información obtenida en la etapa 2

A partir del registro del estado de obra relevada en la etapa 2 se continúa la indagación con los siguientes puntos:

- a) Lugar de extracción de la tierra
- b) Lugar de destino de la tierra extraída
- c) Ubicación de centros de comercialización de materiales de construcción.
- d) Terrenos baldíos en áreas periféricas para la posible instalación de núcleos socio-productivos.
- e) Infraestructura existente en las áreas periféricas.

Etapa 4. Diseño de vivienda de BTC con tierra de excavación

Determinada la cantidad de tierra disponible se está en condiciones de:

- a) Estimar la cantidad de bloques a producir con ese volumen de tierra.
- b) Diseñar el prototipo de una vivienda estándar mínima.
- c) Determinar la cantidad de BTC para esa vivienda modelo.
- d) Precisar la cantidad de viviendas que se podrían construir con el volumen de tierra extraída.

Etapa 5. Ubicación y Diseño del núcleo socio-productivo

En función de analizar toda la información obtenida se está en condiciones de:

- a) Determinar la ubicación de dos terrenos distantes entre sí donde podría instalarse el núcleo socio-productivo.
- b) Plantear el diseño de ese núcleo o planta de producción de manera modular que pueda adaptarse a cualquier forma de terreno.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Etapa 1. Investigación de antecedentes documentados

Se inicia la investigación con la búsqueda de información referida a artículos publicados por geólogos e ingenieros sobre la capacidad y actitud de los suelos en SMT.

Se toma en consideración lo expuesto por Fernández (2013), basado en la cartografía geotécnica de SMT de Adler (1996) referida a sondeos realizados hasta una profundidad de 6 m, partiendo de la premisa que las excavaciones de los edificios construidos en el área de estudio (entre las cuatro avenidas de SMT), no superan los 4 m en Barrio Sur y los 5 m en Barrio Norte. En los estudios realizados se diferencian 4 tipos de suelos: suelos de tipo 1, constituidos por limo y limo-arcilla de baja plasticidad y poco densos clasificados como arcillas limosas de baja y media plasticidad - limos inorgánicos (CL-ML); suelos de tipo 2, constituidos por limo-arcilla de plasticidad moderada clasificados como CL y CL-ML; suelos de tipo 3 representado por gravas y arenas y/o suelos densos clasificados como grava limosa (GM) y arena limosa (SM) y suelos de tipo 4, constituidos por gravas con arenas clasificados como grava arcillosa (GS).

Alderete y Arias (2017), sobre caracterización de suelos en SMT, informa que la zona de Barrio Sur (incluida en el área de estudio) con una profundidad de 4 m, el índice de plasticidad (IP) generalmente es menor a 7 lo que corresponde a un suelo limo inorgánico (ML). En el sector del Barrio Norte a partir de los 3 m de profundidad el IP es menor a 8.

Asimismo y según información recibida de profesionales responsables de distintas empresas constructoras que trabajan en el Barrio Norte, a partir de estudios realizados, el suelo de fundación correspondía a un suelo limo-arenoso con un coeficiente de esponjamiento que varía entre 1,6 y 1,8.

Etapa 2. Actividades de campo para determinar el volumen de tierra proveniente de excavaciones

El equipo de trabajo distribuido en dos grupos, recorre las subzonas definidas para cada uno: se toma notas, fotografías, entrevista a los encargados de obra y demás obreros presentes al momento de las visitas.

En un total de 180 manzanas relevadas⁴, se puede determinar que, en el periodo de estudio, julio del 2018 a julio de 2019, hay 18 edificios en construcción; algunos de ellos con excavaciones recién iniciadas y otros con esta operación ya concluida. Algunas de las obras registradas sin bien habían iniciado movimiento de tierra, no completaron las excavaciones, por lo que no fueron consideradas. El volumen de tierra extraída compactada es de 30.041 m³ (figura 2)

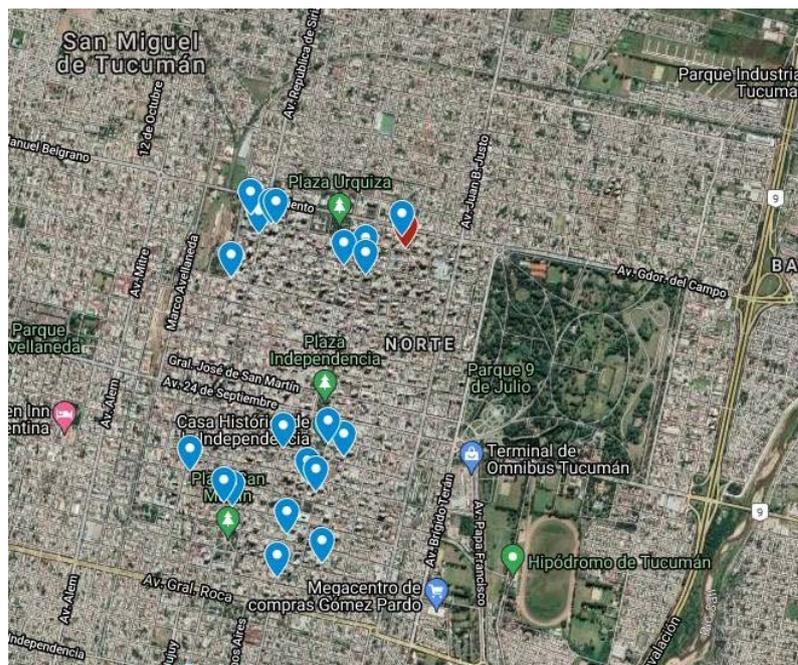


Figura 2. Ubicación de los edificios relevados, en Barrio norte y Barrio sur ([Google My Maps](#))

⁴ Releva: es registrar cierta información que se detecta a partir de una observación. ---

Cabe destacar que los años 2018/19 corresponden a una época de recesión económica importante en el país, lo que indica que el volumen de tierra puede ser aún mayor en épocas de mayor movilidad económica.

Se comprueba que el volumen de tierra extraída comprimida es de 30.041 m³, que equivale a 48.065 m³ de tierra esponjada y que es trasladada en camiones con diferentes destinos, entre ellos:

- relleno en barrios privados;
- relleno para la cimentación de nuevas calles;
- vaciaderos en la periferia de la ciudad donde es mezclada con todo tipo de residuos sólidos urbanos formando vertederos de volumen importante.

Al indagar sobre el destino de la tierra excavada y las empresas que se encargan de retirarla de la obra, queda al descubierto que no existe una ordenanza municipal referida a su regulación. El traslado, generalmente se hace por camioneros sin registrar, que la depositan según la demanda y la mejor oferta en el costo de flete y destino.

Etapa 3. Análisis de la información obtenida

Cada etapa terminada es analizada y evaluada según los objetivos propuestos, esto permite realizar los cambios que se consideren necesarios.

Los resultados obtenidos se vuelcan en mapas del *Googlemaps* donde se registran las áreas en las que sería posible la implantación de la NSP (figura 3). Esto estaría en función de los terrenos disponibles o vacantes, de su tamaño; de la infraestructura existente en la zona, especialmente luz, agua y de calles y avenidas de acceso al solar; de la venta de materiales de construcción y de las actividades permitidas por el Código de Edificación de SMT.

Al procesar la información, se desprende que las actividades de pequeñas y medianas industrias se localizan en las zonas denominadas como S1, S2, S3b, C2, C4a y C4b, R2a y R2b (Código de Planeamiento Urbano, 2014); donde se permite la instalación de plantas elaboradoras de materiales de construcción, ladrillos de cemento, cal, arena, entre otras (figura 3). Respecto a los vehículos de carga, no tienen restringida la circulación por la ciudad, sólo en determinadas zonas y en algunos horarios específicos. Este es un tema no menor a tener en cuenta en el NSP por la entrada y salida diaria de camiones para carga y descarga de materiales y de los BTC.

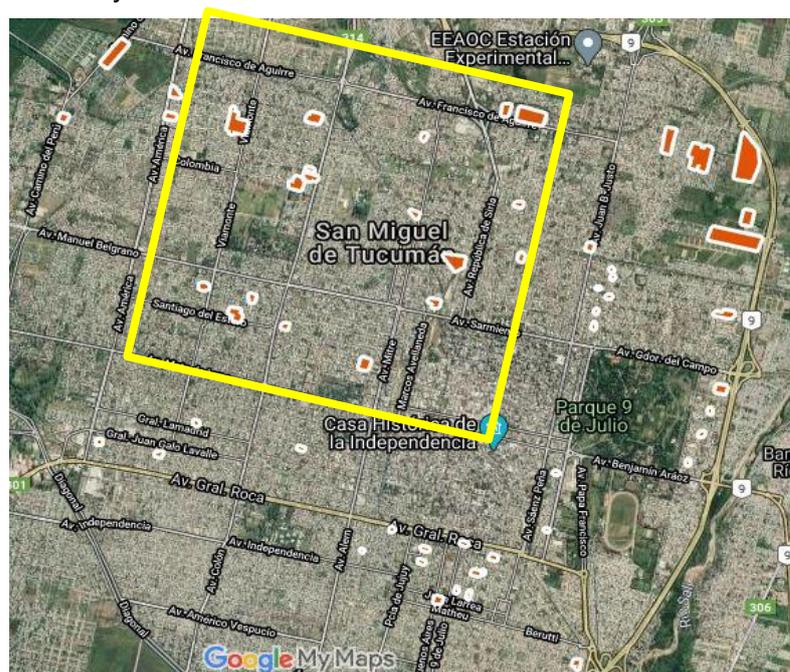


Figura 3. Ubicación de terrenos vacantes para la instalación de NSP (en rojo) (Google My Maps)

Etapa 4. Diseño de vivienda de BTC con tierra de excavación

En el diseño de la vivienda se piensa en una unidad que pudiera estar apareada o unida a otra exactamente igual, con dimensiones mínimas necesarias y la posibilidad de ser ampliada en el futuro, que albergue a una familia tipo de 4 personas. Es por ello que cuenta con 2 dormitorios, baño y cocina-comedor; tiene una superficie de planta aproximada de 49 m² (figura 4).

Se plantea el uso de BTC solo en los cerramientos verticales tanto exteriores como interiores, el resto de los ítems serán construidos con materiales tradicionales.

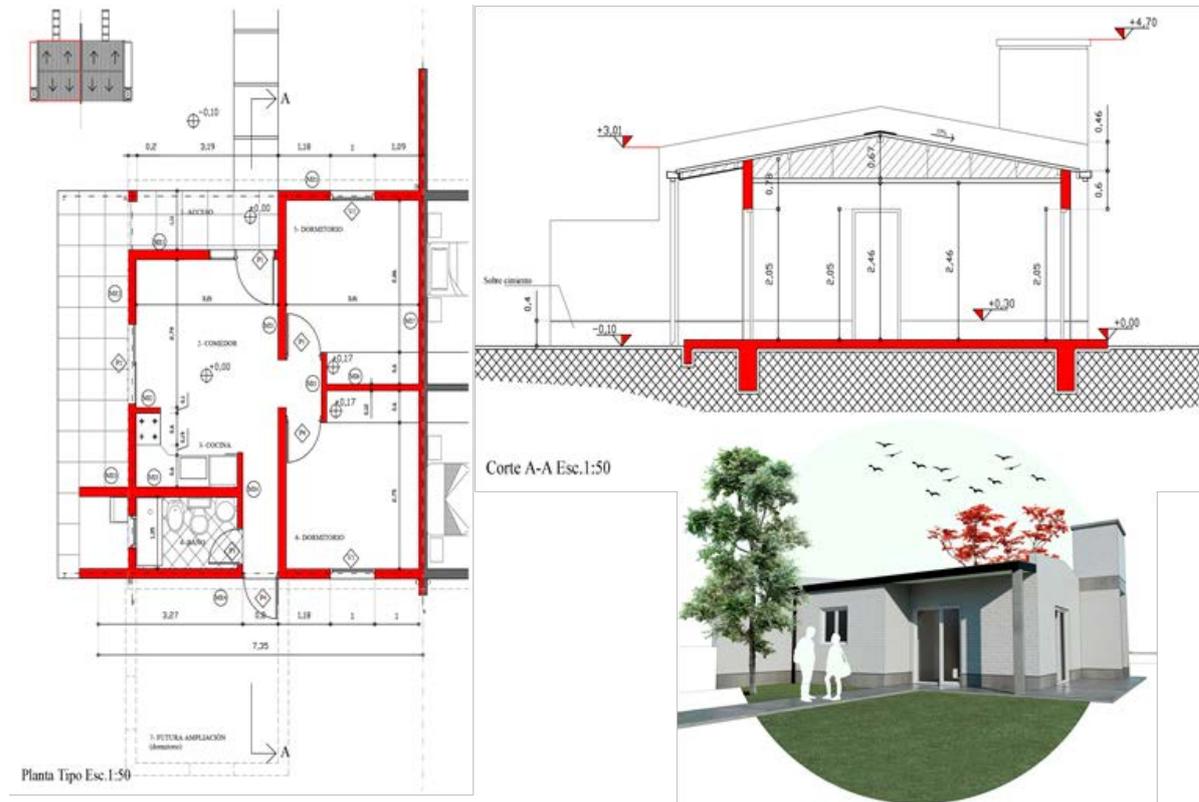


Figura 4. Planta, corte y frente de vivienda

De acuerdo a la información obtenida en la Etapa 2, el volumen de tierra excavada, comprimida o sin esponjar es de 30.041 m³. Para definir la cantidad de BTC se adoptan las dimensiones de 0,125 x 0,25 x 0,065 m con dos perforaciones, correspondientes a la prensa más utilizada y comercializada en la región. Con estos valores se determina:

- Volumen de tierra necesaria por cada BTC = 0.00203m³ de tierra comprimida.
- Cantidad de BTC a producirse con el volumen de tierra extraída = 14.798.522 unidades.
- Cantidad de BTC necesarios para 1 vivienda de 49 m² = 12.669 unidades
- Cantidad de viviendas a realizarse con el volumen de tierra extraída = 1.169 viviendas aproximadamente.

Cabe resaltar que, tanto el diseño de la vivienda como la cantidad a construirse con este volumen de tierra proveniente de excavaciones, está en proceso de estudio. Sin embargo, 1.169 unidades habitacionales es un número importante a considerar para atenuar el déficit de viviendas en la provincia.

Etapa 5. Ubicación y diseño del núcleo socio-productivo

Luego de analizar la ubicación y la disponibilidad de terrenos vacantes, se llega a determinar la posible ubicación del NSP (figura 3):

- Distritos R2a y R2b: Según el Digesto Normativo vigente, se pueden instalar residencias y localización de servicios. Existen restricciones medias al asentamiento de servicios e industrias molestas; sin embargo, cotejando los terrenos disponibles se observa que hay 2 vacantes donde sería posible la implantación del NSP.
- Distritos S1, S2 y S3: En este distrito se pueden instalar servicios e industrias molestas de mediana y gran envergadura, se admiten viviendas. En las zonas S2 y S3 especialmente se observan parcelas de conformación lineal sobre avenidas, con una longitud no mayor a 140 m de fondo a excepción de los terrenos comprendidos entre Av. San Ramón al N; vías del FFCC Mitre al S; Autopista de Circunvalación, distrito corredor costanero (CC) al E, donde las parcelas frentistas pueden extenderse a 140 m; analizando el Código de Edificación y cotejando los terrenos vacantes, se detecta una franja libre en San Andrés correspondiente al distrito S.

En cuanto al diseño del Núcleo Socio-Productivo, se piensa en un partido arquitectónico organizado en forma de peine, de planta modulada con espacios secuenciales organizados según las actividades de producción; se plantean sectores cubiertos y totalmente cerrados, semicubiertos y descubiertos, donde se puedan desarrollar, paralelamente, las distintas actividades del proceso de producción y venta de BTC.

La modulación permite adecuar el planteo a diferentes formas y dimensiones de terrenos, a su vez, posibilita la ejecución por etapas y la ampliación -del NSP- sin perder funcionalidad (figura 5).



Figura 5. Diseño de NSP

Se estima que para el proceso de producción se trabajaría 8 h continuas en dos turnos de operarios. Para ello se tienen en cuenta las siguientes pautas:

- acopio de tierra bajo techo, semicubierto;
- acopio de arena para estabilizar o mejorar la tierra disponible, bajo techo, semicubierto;
- acopio de cemento o cal para estabilizar en espacio cubierto y cerrado;
- análisis de identificación de la tierra extraída en laboratorio, espacio cubierto y cerrado;
- producción seriada de bloques comprimidos y estabilizados in situ, espacio semicubierto o cubierto, sujeta a condiciones estacionales: fundamentalmente lluvias y heladas;
- secado y curado al aire libre protegido o espacio semicubierto;
- acopio para su comercialización, espacio semicubierto o abierto.

Se considera como servicios básicos para optimizar la producción y asegurar las actividades

del NSP:

- control de acceso y salidas,
- oficina,
- sanitarios,
- depósitos de herramientas y equipos.

Se quiere destacar, que tanto el diseño de la vivienda como del NSP no son los definitivos, se sigue trabajando en ellos; sin embargo, da una aproximación de los resultados que se están logrando con este trabajo de investigación aplicada.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La expansión urbana que se produjo en las últimas décadas en SMT fue absorbida por los municipios y comunas circundantes en su perímetro, generando el área metropolitana de Tucumán, el AmeT. Este crecimiento poblacional y productivo se manifestó en dos procesos: el de consolidación como área central con un desarrollo constructivo en altura, tanto de áreas residenciales como administrativas con uso de terrenos que eran vacíos urbanos, hacía el Noroeste de la ciudad y el proceso de expansión, que se evidencia en la periferia de la ciudad, hacía el Noreste y Sudeste.

El volumen de tierra extraído en la mencionada área central: Barrios Norte y Sur, durante el período de un año fue de 30.041 m³ de tierra comprimida o sin esponjar permitiría construir aproximadamente 1.169 unidades de viviendas con BTC estabilizados o no.

Las áreas de expansión correspondientes a la periferia carecen de equipamiento y funciones urbanas de contención social, siendo la más afectada la ribera del Río Salí, al Este. Asimismo, se reconocen vacíos urbanos degradados y potenciales terrenos vacantes para implantar un NSP que van desde los 240 m² a 104.000 m².

Un aspecto importante a destacar en la etapa de Diseño del NSP es la organización y capacitación y transferencia de conocimientos y habilidades de la mano de obra, a fin de lograr un equipo de trabajo consolidado que mejoraría la relación calidad/tiempo. Por ello la importancia y propósito de este modelo de unidad de producción: generar empleo de mano de obra calificada, aportando una respuesta flexible y eficiente al régimen temporal de los trabajadores de la construcción. De hecho, la capacitación de la mano de obra/operario se da en todas las etapas del modelo científico-tecnológico-productivo.

El modelo del NSP podría ser replicado en otras ciudades de la provincia de Tucumán; Concepción, Monteros, Tafí Viejo, entre otras.

En relación a la comercialización del producto, la incorporación de componentes de tierra al mercado formal, es tal vez uno de los desafíos más complejos que se debe asumir y se plantea como recurso realizar un estudio comparativo de insumos y costo (materia prima y producto) considerando otros materiales y productos tradicionales e industrializados.

En relación al proyecto de protocolo de ordenanza en SMT, como culminación de las actividades que se desarrollan y partiendo del análisis y evaluación de los resultados logrados, se pretende trabajar (segunda fase) en el proyecto del mismo que regule el destino de la tierra proveniente de excavaciones. El objetivo principal es plantear el uso de este recurso natural como materia prima aplicable al modelo de gestión y producción de la vivienda y el equipamiento urbano que se plantea en esta investigación.

Como conclusión final, se puede decir que los resultados obtenidos son sumamente satisfactorios y que tanto las autoridades gubernamentales como la comunidad, al apropiarse de este proyecto podría mitigar, en parte, el problema de la falta de vivienda y el desempleo de gran cantidad de personas. Es por ello que se piensa, en todo momento, en un NSP semi mecanizado y replicable, para dar capacidad a mayor cantidad de personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adler, F (1996). Cartografía de la aptitud de los suelos con fines ingenieriles en la ciudad de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán.

Alderete, C; Arias, L. (2017). Caracterización física de suelos del Gran San Miguel de Tucumán para la fabricación de BTC. Seminario Nacional de Arquitectura y Construcción con Tierra “La tierra, material alternativo en la construcción sustentable” en la FAU-UNT. Tucumán, Argentina.

Cabrera, Z. G. (2016). Arquitectura sustentable y arquitectura bioclimática. CPAIM - Consejo Profesional de Arquitectura e Ingeniería de Misiones. Recuperado de <http://cpaim.com.ar/node/81>

Código de Planeamiento Urbano (2014). Digesto Normativo. Dirección de Catastro y Edificación. Municipalidad de San Miguel de Tucumán. Disponible en <https://www.smt.gob.ar/files/subidos/CPU.pdf>

Fernández, A. (2017). Tierra de excavaciones en zonas urbanas: de desecho a recurso. Seminario Nacional de Arquitectura y Construcción con Tierra “la tierra, material alternativo en la construcción sustentable”. Tucumán, Argentina.

Fernández, D. (2013). Cartografía de la aptitud de los suelos con fines ingenieriles en la ciudad de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán. <https://www.researchgate.net/publication/260382821>

INDEC – Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Censo Nacional 2010. <https://sig.indec.gov.ar/censo2010/>

La Gaceta (2019). Un 26% de las casas del Gran Tucumán tienen materiales precarios. (27 de julio de 2019). Recuperado de <https://www.lagaceta.com.ar/nota/813538/actualidad/26porciento-casas-gran-tucuman-tienen-materiales-precarios.html>

Plan estratégico urbano territorial para la ciudad de San Miguel de Tucumán (2016). Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/TUCUMAN/Plan-Estrategico-Urbano-Territorial-San-Miguel-de-Tucuman.pdf>

PEM – Plan de Ejecución Metropolitana (2019). Área Metropolitana de Tucumán. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/dami/noroeste/metropolitana-de-tucu-man/documentos>

AGRADECIMIENTO

A nuestros colaboradores: Cuevas, Fernando; Arq. Dorado, Pablo; Arq. García Villar, Gonzalo; Arq. San Román Tefaha, Karina; Arq. Sosa Latina, Alejandra y Arq. Varela Freire, Gabriela; quienes aportaron su tiempo, dedicación y conocimientos.

AUTORES

Mirta Eufemia Sosa, máster DPEA-CRATerre- Francia, arquitecta, profesora asociada de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, investigadora, directora de Proyectos de Investigación CIUNT, co-conducción del CRIATIC-FAU-UNT, miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y de la red PROTIERRA Argentina, miembro de la Cátedra UNESCO “Arquitecturas de tierra, culturas constructivas y desarrollo sostenible” red UNITWIN.

Stella Maris Latina: arquitecta, profesora asociada de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, investigadora, directora de Proyectos de Investigación CIUNT, co-conducción del CRIATIC-FAU-UNT, miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y de la red PROTIERRA Argentina.

Irene Cecilia Ferreyra: doctorando en Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, arquitecta, jefe de trabajos prácticos de la FAU-UNT. Investigador, miembro del CRIATIC, de la red PROTERRA y de la red PROTIERRA Argentina.