PROBLEMÁTICA ASOCIADA AL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN CON BTC EN ARGENTINA

Pablo Dorado[1]; Santiago Cabrera[2]; Gabriel Barrozo[3]; Guillermo Rolón[1]

[1] Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, CONICET. pablodoradoctca@gmail.com, guillermorolon02@gmail.com

[2] Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe - CONICET. spcabrera@outlook.com

[3] Universidad Nacional de Tucumán - Faculta de Ciencias Exactas y Tecnología. gabrielbarrozo.lb@gmail.com

Palabras clave: procesos productivos, transferencia tecnológica, comercialización

Resumen

En los últimos años se incorporaron en la tecnología de construcción con tierra en Argentina diversos desarrollos tecnológicos asociados a los elementos constructivos, los procesos de producción y las organizaciones afines. Este trabajo se centra en el análisis de la tecnología de construcción con bloques de tierra comprimida (BTC). Considerando que los diversos actores intervinientes en el desarrollo del BTC identifican una variedad de dificultades y aspectos no dinamizadores, se plantea como objetivo de este trabajo caracterizar, agrupar y discutir la naturaleza de los problemas asociados a los procesos de producción, la comercialización, construcción y transferencia. Para su análisis se abordaron las distintas etapas del proceso productivo: la elaboración del bloque, la comercialización del producto, la construcción con este tipo de mampuesto y la transferencia de la tecnología. Los datos analizados resultaron de la recopilación de experiencias de trabajos realizados con BTC, en el ámbito de la autoconstrucción, de la producción privada con contratistas, empresas constructoras, ONG y proyectos multisectoriales de Universidades, Municipios y organizaciones sociales. Estas experiencias surgen de una revisión bibliográfica vinculada al tema, de la experticia de los autores, del registro de la etapa de discusión del primer Encuentro Nacional de “BTCeros” y de una encuesta realizada a investigadores, profesionales, comerciantes y constructores. Los primeros resultados sugieren que los problemas presentan diferentes orígenes: a) de producción: dificultad de acceso al suelo, de la planta de producción y de la mano de obra; b) de comercialización: vinculados a las condiciones de oferta y demanda, la competitividad del BTC frente a otros materiales industrializados y las dificultades en el escalado de la producción; c) de construcción: aspectos normativos, del conocimiento y capacitación en obra y de la gestión de los recursos para construir y d) de transferencia: el diseño de la tecnología, la aceptación social del sistema constructivo y los ámbitos y metodologías aplicadas en los procesos de transferencia.

1 ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA

El BTC es un mampuesto que se obtiene mediante la compresión de suelo (generalmente estabilizado con algún tipo de aglomerante) en el interior de una prensa mecánica o hidráulica (Rigassi, 1995; Neves; Faria, 2011). Estas prensas pueden ser de accionamiento manual, para bajas demandas de producción, o automáticas para sistemas industrializados (Fontaine; Anger, 2009). El BTC, debido a algunas similitudes con el adobe, fue considerado por algunos autores como un salto tecnológico respecto de éste. Si bien tales similitudes se basan principalmente en las características formales, en la posibilidad de producción manual y en las formas de empleo en la construcción, esta técnica presenta aspectos que la diferencian sustancialmente de la construcción tradicional con adobe; en ella se emplea un proceso de fabricación en la que interviene maquinaria especializada para la obtención de los bloques (Habiterra, 1995).

Si bien es cierto que el material de base para estos bloques lo constituye la tierra, en este caso ha sido central la incorporación de estabilizantes (generalmente cemento) que permiten mejorar sus propiedades físicas. De esta manera se consigue el aumento de la resistencia a compresión, un mejor desempeño frente al intemperismo (en particular a la acción del agua) y reducir las fisuras provocadas por la retracción de la arcilla; ventajas a las

que se suma su posibilidad de ser reciclado prácticamente en su totalidad (Roux Gutiérrez, 2010). En línea con este último aspecto, la producción del BTC en sí misma posee características que la hacen más económica y ambientalmente amigable, en relación con la fabricación de otros mampuestos semejantes (ladrillo cerámico y bloques de cemento) ya que, al no demandar un procesos de cocción, la energía utilizada en la producción del BTC es menor que en cualquier otro mampuesto similar y, si bien se le agregan algunos estabilizantes minerales de origen industrial, estos se incorporan en un porcentaje muy bajo (Bestraten; Hormías; Altemir, 2011).

La tecnología de construcción con BTC ha alcanzado un desarrollo importante producto de la investigación científica y los logros arquitectónicos que forman la base de una amplia gama de documentos técnicos y académicos; también ha recibido sustanciales aportes de la experiencia práctica de profesionales, comerciantes y constructores que hacen uso de esta tecnología. En Argentina se han explorado en los últimos años diversas mejoras e innovaciones tecnológicas a la producción y uso del BTC: en la elaboración de los elementos constructivos, en los procesos de producción y en las formas de organización (Arias; Alderete, 2017; González; Cabrera, 2017). Estas actividades se articulan principalmente en las Universidades de Buenos Aires, San Juan, Santa Fé, Tucumán y Salta, donde se dedica un esfuerzo a su estudio y posible normalización. Otras de las actividades llevadas adelante incluyen a los procesos de transferencia de la tecnología y capacitaciones a grupos cooperativos y organizaciones sociales, acerca de este sistema constructivo. En algunos casos se llegan a formar emprendimientos sustentados con fondos públicos y privados de distintas escalas. Sin embargo, aún se observa la persistencia de inconvenientes que dificultan su difusión, el escalado de la planta de producción, su comercialización y la transferencia, así como también los procesos adecuados para generar condiciones de vinculación tecnológica y la apropiación de la tecnología.

2 OBJETIVO

Como objetivo de este trabajo, se plantea caracterizar, agrupar y discutir sobre la naturaleza de los problemas no dinamizadores asociados a la producción, comercialización, construcción y transferencia de la tecnología del BTC, considerando que, los diversos actores intervinientes en el desarrollo del sistema constructivo del BTC en Argentina, identifican una variedad de dificultades y aspectos no dinamizadores del proceso.

3 MARCO TEÓRICO DE ANÁLISIS

3.1 La tecnología y su marco social

La tecnología abarca los procesos de acción, medios, herramientas y el conocimiento para actuar sobre la materia y transformarla. Esto incluye aspectos de la cultura material y simbólica, y de los sistemas técnicos desarrollados en un determinado contexto social (Lemonnier, 1992). De este modo, se plantea que en las tecnologías (de artefactos, de procesos y de formas de organización) no solo se considera los aspectos técnicos, científicos y funcionales de los artefactos elaborados, sino que son el resultado de una construcción social. Es por ello, como sostiene Thomas (2004), que el desarrollo de las tecnologías está indefectiblemente atravesado por los intereses políticos e ideológicos de las personas o grupos sociales que la diseñan, producen, implementan, promocionan e intentan transferirla. Sin embargo, aun cuando las cuestiones sociales son fundamentales, e influyen en todo el proceso del desarrollo tecnológico, suelen quedar soslayadas, o incluso relegadas, frente el predominio de una visión que pondera únicamente los aspectos técnicos y científicos asociados a ellas (Martínez Sanmartin, 1991).

La tecnología de construcción con tierra pone en interacción distintos procesos (sociales, económicos y productivos), conocimientos científicos y consuetudinarios, actores, materiales y procedimientos técnicos históricamente situados, para transformar la tierra en un material de construcción. En función de esta complejidad, cada cultura generó su desarrollo tecnológico particular con este material, llegando a definir diversas técnicas y prácticas

constructivas, cada una asociada a un determinado corpus de conocimiento. En el ámbito argentino, esta tecnología tuvo su desarrollo histórico vinculado, fundamentalmente, a procesos empíricos de base popular, que se muestra vigente en la práctica, en la transmisión oral y en un sinnúmero de edificios construidos. En las últimas décadas, enmarcada en un paradigma ecológico, esta tecnología fue acompañada fuertemente de un desarrollo de base científica o académica.

En la actualidad, algunos autores plantean que al emplear tecnologías para abordar y resolver específicamente problemas sociales y ambientales, generando dinámicas de inclusión social y desarrollo sustentable, se está frente a lo que se denominan "tecnologías para la inclusión social" (Thomas; Fressoli, 2009). Justamente, dado que el uso de la tierra presenta ciertas condiciones y antecedentes en la historia constructiva de Argentina y se la considera como una tecnología que puede favorecer la reducción del impacto ambiental, es que existen experiencias que utilizan BTC llevadas a cabo bajo este encuadre (Mellace; Ferreyra, 2011; Rotondaro; Cacopardo, 2012).

3.2 La tecnología del BTC

Es posible considerar al sistema constructivo del BTC como una tecnología en tanto que involucra aspectos y procesos sociales, económicos y productivos propios y además un conjunto de conocimientos específicos. En lo que respecta a los procesos sociales, estos incluyen la interacción con tecnologías previas disponibles, los conocimientos (científicos y consuetudinarios) asociados a éstas, un universo de actores afines –y en contra– de su desarrollo, y diversas formas de organización que entran en juego para movilizarlo (universidades, empresas, comercios, organizaciones sociales, etc.); todo esto desenvolviéndose dentro de un marco político e ideológico con ciertos intereses, los cuales se centran principalmente en la resolución de los aspectos técnicos y ecológicos del BTC. Los aspectos económicos más relevantes de la tecnología del BTC se vinculan con las condiciones y estrategias de producción, comercialización, financiamiento y la relación entre la oferta y demanda de los diversos materiales de construcción y componentes constructivos. Por último, los procesos productivos son los que mayor atención reciben, ello se concentra en abordar y resolver los aspectos técnicos de la producción de los mampuestos, la búsqueda del aumento de la productividad, la necesidad de capacitación de mano de obra, etc. A estas cuestiones se suman las diversas instancias de investigación e innovación tecnológica y, recibe menos atención pero no por ello son menos importantes, lo procesos de transferencia y vinculación tecnológica.

En cuanto a los aspectos técnicos del BTC, su ciclo productivo se desarrolla en al menos tres etapas. Éstas incluyen los trabajos previos de identificación del suelo (Hernández; Botero; Arango, 2015), la determinación del estabilizante, el contenido de humedad óptimo y la dosificación de la mezcla. La segunda etapa involucra la preparación de la tierra y el empleo de diversos equipos requeridos para procesarla; actividad que continúa con la fase de mezclado (primero en seco y luego en húmedo) para luego proceder a la elaboración de los bloques. Para esto último es necesario contar con un equipo de personas, una prensa y dependiendo de la escala de producción, cintas transportadoras u otros equipos más complejos. Finalmente se continúa con la etapa de curado con un período mínimo de 7 días, durante el cual los mampuestos deben mantenerse saturados, siendo la práctica más habitual rociarlos con agua. Una vez finalizado este proceso, los bloques deben almacenarse en un ambiente protegido del sol y del viento hasta alcanzar su máxima resistencia, aproximadamente 28 días después de ser producidos.

3.3 Cuestiones de normativa

Muchos países cuentan con normativas sobre BTC. En ellas se encuentran referencias a la selección de los suelos, aunque con planteamientos diferentes (Cid; Mazarron; Cafias, 2011). Lo mismo sucede con la cantidad y naturaleza de los estabilizantes que recomiendan usar. Además establecen requisitos que deben cumplir dichos productos, como por ejemplo la admisión de hendiduras o perforaciones y tolerancia a dimensiones de fisuras y desconchados. En cuanto a los ensayos a los que deben ser sometidos, existen grandes

diferencias en los procedimientos y criterios, por lo que es difícil comparar resultados (Falceto et al., 2010), especialmente cuando se refieren a valores mínimos de resistencia.

Aunque Argentina no cuenta con una normativa específica sobre BTC, la experiencia de expertos locales e internacionales (Arias; Alderete, 2017; Blondet; Villa García, 2004) demuestra que, teniendo en cuenta ciertas consideraciones al momento del desarrollo proyectual y la construcción de la obra, es posible aplicar esta tecnología adecuadamente (Norma E.080, 2017; NZS 4299, 1998) para asegurar un comportamiento confiable frente a acciones estáticas y dinámicas; en tal sentido es posible usar los Reglamentos INPRES-CIRSOC 103 Parte III (2010) y CIRSOC 501 (2007), pues admiten la utilización de mampuestos elaborados con materiales distintos de los especificados, siempre que se satisfagan los requisitos que el reglamento establece para los mampuestos cerámicos y de hormigón, lo que debe comprobarse mediante ensayos (Alderete et al., 2006).

3.4 Los procesos de innovación y transferencia tecnológica

En el último tiempo se han incorporado en Argentina una serie de innovaciones en el desarrollo de la tecnología de construcción con tierra a nivel del uso de los materiales, los procesos de producción y las organizaciones vinculadas a ella (Rotondaro, 2015). Estos procesos están fuertemente asociados al cambio tecnológico y la vinculación con otros sistemas productivos, de modo que se dan de manera interactiva, y son asumidos por una variedad de actores que, consciente o inconscientemente, elaboran mejores o nuevos productos, procesos o modos de producción y comercialización, que alcanzan la etapa del mercado; es decir que son exitosamente comercializado (Thomas; Buch, 2008).

En Argentina el proceso de incorporación de la tecnología del BTC, su innovación tecnológica y transferencia a la comunidad, son generalmente desarrollados por centros de investigación en ámbitos académicos, en proyectos estatales que buscan instalar procesos alternativos que disminuyan los costos de la obra pública y empresas privadas, que intentan instalarse en el mercado con este tipo de producción. Estas experiencias llevaron a que el BTC alcanzara un desarrollo técnico de calidad. En los ámbitos académicos, la obra pública y privada es donde se viene intentando transferir a la comunidad e instalar la tecnología del BTC. Para ello, se desarrollaron multiplicidad de proyectos vinculados a la introducción de tecnologías alternativas en la producción de vivienda popular. Estos procesos de transferencia tecnológica, se basan en la difusión de tecnologías de forma lineal, en la cual un desarrollo tecnológico es difundido en la comunidad sin profundizar en el análisis de los problemas que vienen a prestar solución, ni de los actores ni el contexto tecnológico en el que insertan. Estas resoluciones técnicas, por lo general son transferidas con un criterio de difusión de nuevas capacidades hacia sectores que se identifican únicamente como receptores de la tecnología. En el último tiempo, surgieron fuertes críticas a estos procesos, debido a su carácter lineal y universal, dado que proponían que cualquier desarrollo técnico, artefacto o información que funcione correctamente, podía ser transferido y debía ser tomado por la comunidad, independientemente del escenario socio-histórico y tecnológico en el que se intenta insertar (Pinch; Bijker, 1987).

4 METODOLOGÍA

Para el análisis de la problemática asociada a la tecnología de construcción con BTC se buscó información a partir de tres fuentes disponibles: bibliografía específica del tema, experticia de los autores y registro de la discusión del Encuentro Nacional de BTCeros realizado en Santa Fé, Argentina en noviembre de 2017. A través de estas fuentes se identificó un conjunto de problemas y limitaciones asociados a la tecnología del BTC. Este conjunto se organizó en cuatro campos principales: producción, comercialización, construcción y transferencia tecnológica. Los primeros tres campos se organizaron según una serie de apartados temáticos: gestión de los recursos, elaboración y uso del BTC, escalado, equipos y herramientas, normativa, oferta, demanda y competitividad. Transversalmente a los anteriores se analizó el campo de transferencia tecnológica.

Con la información recolectada hasta esta instancia se elaboró una encuesta. El grupo de encuestados que accedió a responder estuvo integrado por distintos actores (investigadores, profesionales, comerciantes y constructores) que hayan tenido en el último tiempo experiencias de trabajos realizadas con BTC. Estas experiencias incluyen el ámbito de la autoconstrucción, pequeñas y medianas industrias, ONG y proyectos multisectoriales de universidades, municipios y organizaciones sociales. Para la puesta en práctica de la encuesta mencionada, se diseñó y ejecutó un formulario online, mediante la plataforma *Google Form*, que contenía 14 preguntas distribuidas en los 4 campos señalados (tabla 1). Para facilitar la respuesta de los encuestados, todas las preguntas tuvieron el formato de múltiples opciones, con un espacio libre para agregar otra información adicional.

Tabla 1. Preguntas contenidas en la encuesta

Aspecto		Pregunta
Producción	1.	Si usted fabricó o se vinculó a algún proceso de fabricación de BTC ¿se presentó algún problema con la obtención de la tierra?
	2.	Si usted estabilizó la tierra para fabricar BTC ¿se le presentó algún problema para determinar las dosificaciones de los estabilizantes?
	3.	Si usted fabricó BTC ¿se le presentaron problemas de espacio para fabricar y/o acopiar los BTC?
	4.	Si empleó mano de obra extra para la producción de BTC ¿tuvo problemas de alguna naturaleza?
	5.	Si fabricó BTC ¿hubo problemas con la calidad de los bloques obtenidos?
Comercialización	6.	Si compró o vendió BTC ¿hubo problemas vinculados al transporte de los bloques?
	7.	Si compró BTC ¿hubo problemas con la oferta o disponibilidad en el mercado?
	8.	Si vende o vendió BTC ¿se presentaron problemas para comercializarlos?
Construcción	9.	Si construyó con BTC y buscó financiamiento ¿tuvo problemas para acceder al crédito debido al empleo de este material?
	10.	Si construyó con BTC ¿tuvo problemas asociados al empleo de mano de obra?
	11.	Si construyó con BTC con planos municipales aprobados ¿se presentaron problemas para obtener la aprobación?
	12.	Si construyó con BTC ¿observó problemas constructivos propios de esta técnica?
Transferencia	13.	Si dictó capacitaciones para construcción con BTC ¿dónde observa mayores problemas?
	14.	Si participó de capacitaciones para construcción con BTC ¿dónde observa mayores problemas?

5 RESULTADOS

En la tabla 2 se resume el conjunto de aspectos identificado como problemas vinculados a la producción, comercialización, construcción y transferencia de la tecnología del BTC para Argentina. Adicionalmente, dada la recurrencia observada, se clasificó la naturaleza de los problemas en las siguientes categorías: [C] de costos; [D] de oferta o demanda; [E] de escala de comercialización; [G] de gestión de recursos; [P] de la planta de producción; [S] del suelo; [T] de construcción; [V] de transferencia y vinculación tecnológica y [Z] de conocimiento.

Tabla 2. Conjunto de problemas identificados e indicados por categorías.

Campos temáticos		Producción	Comercialización	Construcción
I	Gestión de recursos	[S] Obtención de materia prima [S] Transporte de la tierra desde la cantera a la planta de producción [S] Autorización para explotación de canteras públicas o privadas	[C] Costos de obtención de la tierra	
II	Elaboración y uso del BTC	[S] Variabilidad de los suelos [P] Grado de tecnificación de la etapa de producción [P] Determinación de dosificaciones óptimas [P] Uso de grandes superficie cubierta en la planta de producción [P] Requerimiento de mano de obra capacitada [P] Manipulación y movimiento del bloque en planta [P] Curado de los bloques [P] Control de dosificaciones del contenido de agua y los estabilizantes [P] Control de la calidad de los BTC en autoproducción en pequeña escala	[E] Control de calidad en pequeñas producciones [E] Certificación de calidad para grandes producciones	[T] Peso del mampuesto en BTC de grandes dimensiones [T] Disminución de la resistencia ante la presencia de humedad [T] Imposibilidad de su empleo para fundaciones [T] Colocación de instalaciones [T] Uso de morteros sin certificación de calidad [T] Adherencia de morteros
III	Escalado	[P] Desplazamiento de materiales y BTC en planta de producción [P] Espacio para acopio de materiales y BTC [P] Espacio de curado de BTC [P] Inversión en maquinaria y mano de obra [P] Uso de instalación eléctrica de alta potencia [P] Capacitación de la mano de obra [P] Control de calidad de la producción	[E] Certificaciones de calidad para grandes producciones [E] Financiamiento por subsidios o inversión [D] Dimensiones de BTC disponibles	[G] Adquisición de grandes cantidades de BTC [Z] Capacitación de mano de obra
IV	Equipos y herramientas	[P] Requerimiento de equipos de laboratorio para caracterización de suelos y control de calidad [P] Accesibilidad a bloqueras	[D] Proceso de adquisición de bloqueras y desterronadoras	[G] Disponibilidad de bloqueras para casos de autoconstrucción

V	Normativa	[P] Estandarización dimensional del BTC [P] Normas técnicas para unificar el control de calidad	[E] Normas unificadas para comercialización de BTC	[T] Normas técnicas y jurídicas para construcción con BTC y sismoresistencia
VII	Oferta	[P] Mano de obra especializada para producción	[D] Oferta de BTC en mercado [D] Certificaciones de calidad del BTC [D] Cantidad de fabricantes de bloqueras	[Z] Mano de obra especializada para construcción
VIII	Demanda		[D] Escasez de demanda [D] Discontinuidad de la demanda [D] Percepción de la calidad del BTC	[Z] Desconocimiento popular del BTC y su tecnología
IX	Competitividad	[C] Costos de capacitación de la mona de obra para planta de producción [C] Integración en la cadena productiva [P] Calidad de los BTC en autoproducción en pequeña escala	[D] Desconocimiento del BTC y su sistema constructivo [D] Precio unitario del bloque [D] Marcos regulatorios de comercialización [D] Referencias o conocimiento de obras realizadas [C] Costo de transporte [C] Pérdida de BTC por rotura en el transporte [C] Financiamiento específico a la tecnología [D] Primacía de autoproducción para autoconstrucción	[Z] Capacitación de la mano de obra [Z] Reticencia de Organismos públicos y privados para financiar emprendimientos con esta tecnología
	Transferencia	[V] Complejidades propias del proceso de producción del BTC [V] Disponibilidad y transporte de equipamiento para realizar capacitaciones o demostraciones [V] La capacitación como único método de transferencia	[V] Falta de transferencias orientadas a procesos de comercialización del BTC	[V] Incorporación de la técnica del BTC en las prácticas constructivas vigentes [V] Restricciones de diseño propios de la técnica [V] Invisibilización de tecnologías y conocimientos preexistentes [V] Resistencia a adoptar la técnica del BTC [V] La capacitación como único método de transferencia

La tabla 3 entrecruza la información obtenida a través de la encuesta con los campos temáticos de la tabla 2. Este entrecruzamiento se realizó con el objetivo de verificar coincidencias y recurrencias.

Tabla 3. Distribución temática de los problemas manifestados por encuestados. Los números de las temáticas corresponden a las definidas en la Tabla 2

Campos temáticos	Encuestado												
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
I. Gestión de recursos	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓
II. Elaboración y uso del BTC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
III. Escalado	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓
IV. Equipos y herramientas					✓	✓			✓			✓	
V. Normativa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
VI. Oferta	✓	✓	✓	✓			✓				✓		✓
VII. Demanda	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓
VIII. Competitividad		✓	✓	✓	✓					✓			✓
Transferencia		✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓

La figura 1 muestra 4 gráficos que representan la recurrencia de problemas en cada una de las categorías.

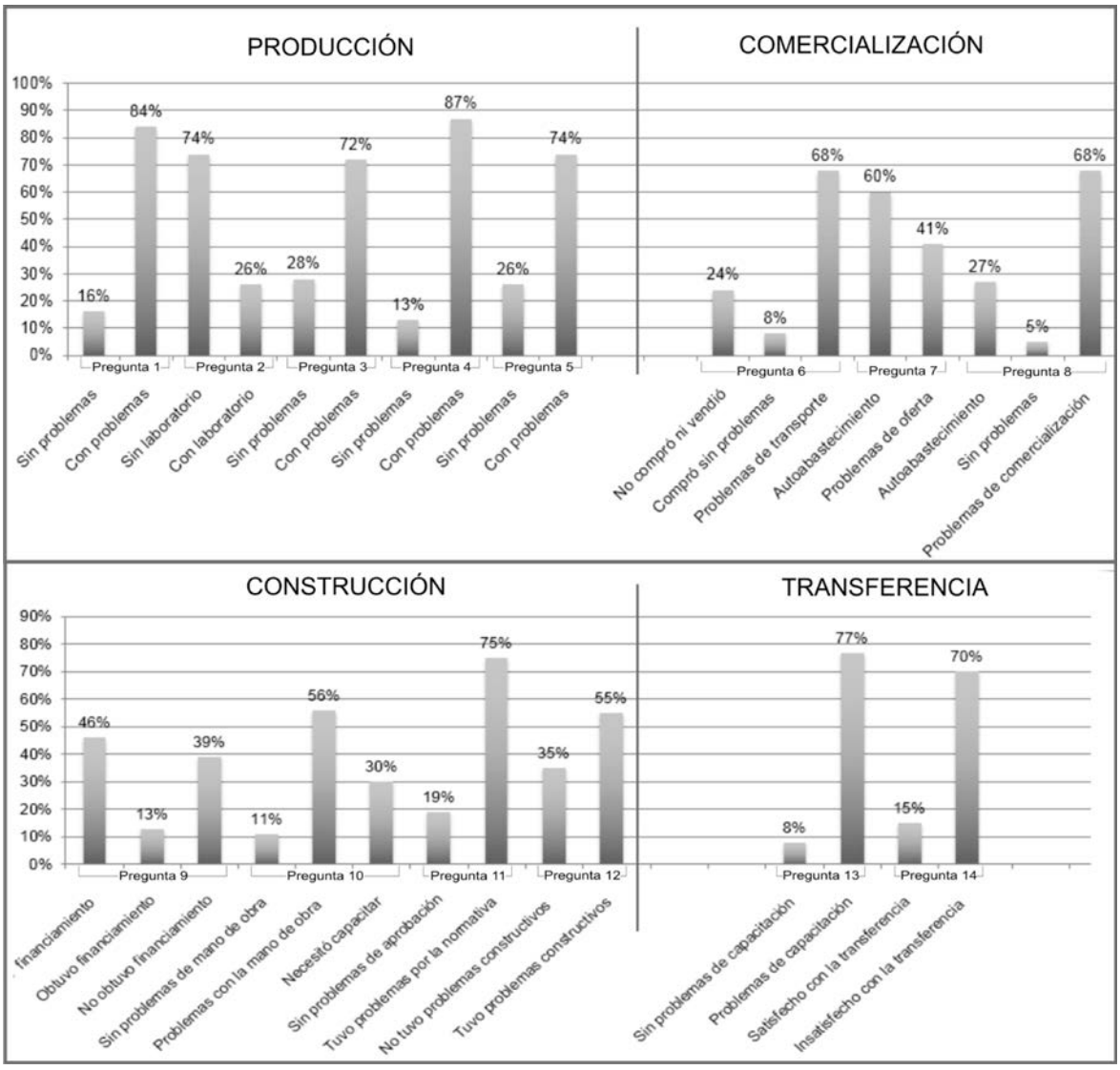

Figura 1. Datos procesados de la encuesta realizada para cada campo

6 DISCUSIÓN

6.1 Problemas de producción del BTC

A partir de identificar la naturaleza de los problemas emergentes en esta etapa (tabla 2: producción) se identificaron tres aspectos fundamentales: la planta de producción (ítems [P]), los costos de producción (ítems [C]) y el uso del suelo como materia prima (ítems [S]).

Respecto del primero, se entiende que en la planta de producción el conjunto de problemas se asocia con las dificultades que implican la manipulación y acondicionamiento del material, la elaboración, curado y acopio de los BTC y los controles de calidad necesarios. A este aspecto concurren la mayor parte de los problemas, como se pueden identificar en la tabla 1 y como resulta de las respuestas obtenidas de la encuesta realizada, donde el 70% de los encuestados señalan haber tenido problemas, simultáneamente, en los campos de gestión de recursos (I), elaboración y uso del BTC (II) y escalado (III) (tabla 3).

En línea con lo que se indica, se observa que los problemas en la planta de producción aumentan, de acuerdo con el volumen de BTC producidos. En pequeñas producciones para autoconstrucción sucede que la figura de productor y constructor se unifican. Esta situación conlleva que la calidad de los BTC depende de las herramientas disponibles para determinar las características técnicas del mampuesto, las cuales suelen ser escasas o de difícil acceso. Otros de los factores que influyen son el conocimiento y rigurosidad técnica aplicados en la etapa de producción. La variabilidad negativa que producen estos factores se traducen en la disminución de calidad del mampuesto.

Estas cuestiones, aparentemente serian subsanadas con la tecnificación del proceso de producción, de esta manera se alcanzarían mayores grados de control, lo que se traduciría en mejor calidad del mampuesto. La dificultad se presenta en los costos de inversión que implica acceder, tanto a los diversos equipos necesarios, como a los recursos humanos con conocimiento técnico. Si bien cualquier sistema productivo demanda de estas cuestiones y con una inversión inicial se podría cubrir, se entiende que el problema radica en las dificultades de no contar con sistemas tecnológicos mayores que provean estos servicios (maquinaria específica, capacitación de recursos humanos, laboratorios instalados, etc.). Debido a estas cuestiones, por ejemplo, el equipamiento para una planta de producción, debe ser diseñado y construido a medida o en otros casos adaptados de otras plantas de producción diseñadas para la elaboración de otros elementos constructivos, ambas situaciones implican un incremento en los costos.

Los aspectos asociados a la determinación y certificación de la calidad del mampuesto elaborado en cualquiera de las escalas de producción, también constituye un problema en tanto que el BTC pierde competitividad frente a otros elementos constructivos que se encuentran regulados y certificados para la venta. A este aspecto se suma la informalidad en la producción de algunos elementos constructivos (como el ladrillo cerámico común y el bloque de hormigón), lo cual permite disminuir los costos de producción y por lo tanto, tener un precio más competitivo en el mercado. Estas cuestiones no se controlan de manera equitativa para todos los sistemas de producción, pero si son exigidas a las plantas que se instalan para producir BTC.

Otra de los aspectos asociadas a los altos costos de producción emerge cuando la intención del productor de BTC de menor escala o para autoproducción inicia un proceso de escalado para comercialización y, por lo tanto, requiere de inversión. En este proceso, los controles y la rigurosidad de la calidad cobra mayor incidencia porque el producto elaborado debe registrar menor variabilidad en su calidad para ser competitivo y/o debe ajustarse a reglamentos o normas propias de la producción y comercialización de materiales de construcción.

Por otro lado, la necesidad de capacitación de mano de obra para producción es observada como un componente que encarece los procesos. Al tratarse de una tecnología con poca tradición de uso en el país (a pesar de su larga trayectoria y desarrollo técnico), conseguir personal específicamente capacitado resulta difícil. Los procesos de implementación y desarrollo técnico del BTC en Argentina fueron encarados, en la mayoría de los casos, por

diversos centros de investigación que pertenecen al ámbito académico; es decir que el personal capacitado, o que se dedica al desarrollo técnico del mampuesto, se relaciona con un único actor social, las universidades. Esta cuestión encarece los costos de producción dado que es necesario encarar procesos de capacitación y contratación de especialistas que lleven a delante estos procesos.

Finalmente, el tercer aspecto al que concurre una diversidad de problemas está asociado al uso de la tierra, es decir la calidad, disponibilidad y acceso a la materia prima. En este caso, se trata de un recurso que no todas las comunidades o productores lo administran de igual manera, por lo tanto suele ser escaso o no se encuentra a total disposición del emprendimiento productivo. Además la extracción y movimiento de suelos en grandes cantidades, está regulada por organismos que reglamentan la actividad minera. En determinados contextos productivos es necesaria una serie de autorizaciones vinculadas a diversas regulaciones locales, usos, costumbres, leyes, etc. La calidad de la materia prima o idoneidad del suelo al que se tiene acceso, es otra de las cuestiones que dificultan el proceso de producción; no todos los suelos son iguales y por lo tanto, no todos serán potencialmente aptos para producir BTC. Su variabilidad implica un obstáculo que debe sortearse mediante ensayos para caracterizar el suelo, determinar las dosificaciones y el grado de humedad correctos con cada lote de tierra que se recibe. Este proceso encarece y demora los tiempos de producción[1].

6.2 Problemas de comercialización del BTC

Respecto a la cuestión de comercialización, se observó que la naturaleza de los problemas (tabla 2: comercialización) se vincula a las condiciones de oferta y demanda del producto (ítems [D]), a las escalas de producción (ítems [E]), y a los costos involucrados en la comercialización (ítems [C]).

Los problemas vinculados a la oferta y demanda de BTC que se observan en Argentina se asocian a la condición incipiente en que se encuentra esta tecnología en el país. La ausencia de productores consolidados con larga trayectoria y la falta de demanda sostenida en el mercado, hablan del escaso impacto social que tiene actualmente la construcción con estos bloques. Al mismo tiempo, la calidad y complejidad de las maquinarias (prensas) ofertadas en el país aún no son de fácil acceso en el mercado; varias de las respuestas aportadas por los encuestados llevan a inducir esta cuestión (tabla 3. Ítems IV).

De acuerdo a las respuestas de los encuestados, la falta de consolidación de un mercado vinculado al empleo del sistema constructivo del BTC está influenciada por el desconocimiento de sus ventajas, el difícil acceso a bloqueras manuales y mecánicas y la falta de obras de arquitectura de referencia; a lo que se suma, la ausencia de normas técnicas específicas de este mampuesto y las dificultades en la estandarización y en las condiciones de producción. Esto último probablemente se encuentre vinculado a la reticencia por parte de los órganos reguladores de materiales, de evaluar este sistema constructivo en su totalidad y al mampuesto con parámetros propios, distintos a los aplicados a otros materiales. Estos aspectos son barreras que desalientan la introducción del BTC y su certificación en el mercado. Otro aspecto identificado fue que la mayor parte de emprendimientos auto-producen los bloques para ser utilizados en la construcción, es decir que únicamente satisfacen su demanda interna. De este modo, la oferta y demanda de BTC no se traslada al mercado, porque estos emprendimientos no participan ni se integran en una cadena productiva más amplia.

Si se focaliza en la escala de producción, se observa que los problemas que presentan los pequeños y medianos emprendimientos difieren de los de gran escala. Por lo general, los problemas de los primeros tienen que ver con la calidad del BTC que pueden ofertar en el mercado. En estos contextos de producción el control del proceso y la calidad final del producto debe realizarse de manera empírica o con herramientas rudimentarias que no

[1] Este aspecto constituye una “espada de doble filo” en la medida de que desde los ámbitos de trabajo donde se fomenta el uso del BTC se empeñan en fomentar el desarrollo de esta tecnología, pero por otra parte se constata que el acceso a suelos aptos o adaptables resulta en muchos contextos una condición no siempre viable.

brindan información certera o precisa. En el caso de emprendimientos de mayor escala, si bien tienen la posibilidad de acceder a otro tipo de equipamiento o vínculos que les permiten realizar ensayos sobre la calidad del mampuesto en laboratorios, estos son costosos y, al no contar con normativa específica, deben compararse con normas técnicas generales o propias de otros materiales. Por otra parte, montar una empresa de producción de BTC o acondicionar la planta para realizar un incremento en la escala de producción son acciones que, de requerir financiamiento, se enfrentan a los inconvenientes para acceder a fondos públicos o privados. En general, la cuestión del desconocimiento de la tecnología por parte de los entes financieros y la falta de marcos regulatorios de la producción que se pretende ejecutar dificultan el financiamiento.

6.3 Problemas de construcción del BTC

Introduciéndose en la construcción con BTC, se puede observar que los problemas que se presentan son de otra naturaleza (tabla 2: construcción); en este caso fue posible agruparlos según: 1) los aspectos estrictos de construcción y normativa (ítems [T]), 2) del conocimiento popular sobre esta tecnología (ítems [Z]) y 3) la gestión de recursos (ítems [G])**.**

El desarrollo técnico alcanzado por el BTC permite adjudicarle una serie de ventajas en la obra respecto a otros mampuestos disponibles en el mercado (Alderete et al., 2006). En este sentido, ineludiblemente surgen comparaciones y exigencias, por parte de diversos actores, que pretenden equiparar sus características técnicas, tanto a nivel normativo como de demanda comercial. Entre los principales problemas mencionados (ponderados tanto para bien como para mal) se encuentran: el peso específico del mampuesto, la falta de rugosidad de sus caras y las dificultades de adherencia de revoques y revestimientos, su desempeño frente a la presencia de agua de lluvia y por ascensión capilar y la disposición de instalaciones. Por otro lado, los aspectos normativos vigentes en Argentina sólo habilitan el empleo de este mampuesto en la medida en que se encuadre dentro de valores de resistencias características ya estandarizadas, colocando al límite las posibilidades físicas del elemento constructivo, cuestión fuertemente influenciada por las características sísmicas de ciertos sectores del país.

Respecto al conocimiento popularizado de la tecnología, su principal problema radica en el desconocimiento; cuestión que deviene en asimilaciones y comparaciones del sistema constructivo del BTC, sus prácticas y las formas de resolver las estructuras, con sistemas y productos semejantes disponibles localmente o a través del mercado. Este conjunto de presunciones obliga a que el desarrollo de la tecnología del BTC deba estar siempre acompañada de capacitaciones técnicas específicas para su empleo.

Por último y no menos importante, son los problemas que presentan en las grandes obras encaradas con este sistema constructivo. La disponibilidad de importantes cantidades de BTC constituye un inconveniente que, de no resolverse adecuadamente, incidirá directamente en los avances de obra. O bien, como se ha llegado a observar para el caso de obras públicas en vivienda de interés social, la imposibilidad de replicar esta tecnología en ampliaciones u obras nuevas ejecutadas en la vivienda.

6.4 Problemática vinculada a la transferencia de la tecnología

El cuarto y último aspecto que se identificó, consiste en los problemas asociados a la transferencia de la tecnología del BTC. Lo cierto es que actualmente esta tecnología no se encuentra homogéneamente difundida en el territorio argentino. Su introducción al país, su desarrollo técnico y la mayoría de los procesos de transferencia tecnológica, fueron encarados, o se encuentran vinculados a distintos ámbitos académicos; centros e institutos de investigación, cátedras, proyectos de extensión universitaria o multisectoriales, etc. (Mas; Kirschbaum; Tonello, 2011). Luego, en menor medida se pueden encontrar proyectos de programas oficiales de vivienda, edificios o equipamiento público – principalmente escuelas, centros de salud y vivienda social (Walter et al., 2016; González, 2012). En estos ámbitos, se entiende que las metodologías aplicadas en los procesos de transferencia es uno de los principales pilares que debe reforzarse, ya que de acuerdo a la tabla 2 y la figura 3, los encuestados observan problemas en los ámbitos, la comunicación, el sostenimiento en el

tiempo de los procesos y la desvinculación entre las problemáticas observadas por las comunidades destinatarias y los problemas y objetivos de los agentes encargados de llevarlo adelante.

7 CONSIDERACIONES FINALES

En vista de lo planteado hasta aquí, a grandes rasgos, lo que se puede anticipar es que la tecnología de construcción con BTC en Argentina, si bien tiene en su haber un conjunto de experiencias notables, principalmente respecto al desarrollo técnico del mampuesto, su difusión todavía no alcanzó un nivel de popularización como para que su desarrollo se independice de la acción promotora de grupos académicos y organismos privados y estatales. La ausencia de oferta y demanda señalada, no sólo de productos sino también de servicios de construcción (mano de obra especializada) da cuenta del estado de situación. La preponderancia de casos de autoproducción para autoconstrucción de un producto que reúne condiciones para competir en el mercado, marca el estado insipiente del que se mencionó. Incluso, si se pretende hablar en términos estrictos de la innovación, esta tecnología no se constituye como tal, en la medida en que no es registrado como un producto exitoso en el mercado.

Además, pudo identificarse que otro desafío que se presenta para el BTC, radica en el mayor nivel de tecnificación que incorpora tanto en el proceso de producción como en el de construcción. Esta situación más compleja trae aparejado problemas de certificación del material y del sistema constructivo que, al no estar resueltas, se trasforman en barreras tanto del mercado como de la ejecución de más y mejoras obras.

Si se considera la relación dialéctica que existe entre la tecnología y la sociedad expuesta anteriormente, tal vez pueda comprenderse con mayor claridad ciertos fracasos de los procesos de transferencia tecnológica (Thomas; Buch, 2008). En el análisis socio-técnico de esta tecnología entran en juego una simultaneidad de factores como el significado, las ideologías, el conocimiento popular y los contextos socioculturales y económicos variables en los que intentan insertarse.

Finalmente, se considera que uno de los problemas más importantes aquí analizados es el diseño y transferencia de esta tecnología. Ya que, mientras siga existiendo una desvinculación entre los problemas identificados por las comunidades destinatarias de esta tecnología y los objetivos propuestos por los agentes que la implementaron y desarrollaron en el país, los procesos de transferencia seguirán fracasando. En este caso se observa que los problemas de las comunidades destinatarias están asociados a cuestiones de trabajo, de acceso a infraestructura, de habitabilidad y calidad de vida, entre otros; en cambio los desarrolladores de la tecnología trabajan en objetivos comerciales, técnicos, ecológicos, de productividad, marketing, etc. En el análisis de estas problemáticas es que surgen distintas propuestas de aplicación de procesos de transferencia de tecnologías; como por ejemplo el uso de metodologías participativas en el diseño de la tecnología, el trabajo conjunto con la comunidad a través de vinculaciones tecnológicas, el diseño de tecnologías sociales, el análisis socio-técnico de las problemáticas y los procesos de transducción (Thomas; Dagnino, 2005).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alderete, C., Arias, L., Mellace, R.; Latina, S. M.; Sosa, M. E.; Ferreyra, I. C. (2006). Mampostería con tierra estabilizada comprimida. 5º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Mendoza, Argentina: INCIHUSA/CONICET – CRIATIC/FAU/UNT – PROTERRA

Arias, L.; Alderete, C. (2017). Variación de la resistencia a compresión del BTC en función de la energía de compactación. Memorias del Seminario “Somos Tierra que Camina”. La Rioja.

Bestraten, S.; Hormías, E.; Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. Informe de la Construcción, 63(523), 5-20.

Blodet, M., Villa García, G. (2004). ¿Construcción de tierra sismorresistente? 3º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. San Miguel de Tucumán, Argentina: CRIATIC/FAU/UNT – PROTERRA. p.129-137.

Cid, I., Mazarron, F., Cafias, I. (2011). The earth building normative documents in the world. Informes de la Construcción, 63(523): 159-169.

CIRSOC 501 (2007). Reglamento argentino de estructuras de mampostería. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Falceto, J., Guerrero, I., Mazarrón, F., Foad, W. (2010). Características mecánicas del BTC: Estudio de los ensayos a comprensión. Construcción con tierra, tecnología y arquitectura: Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos Vol. 11: 187-192.

Fontaine, L.; Anger R. (2009). Batir en terre. Du graind de sable à l'architecture. París: Belin.

González, A., Cabrera, S. (2017). Aportes para correlacionar resistencia a compresión y a erosión húmeda en bloques de tierra comprimida (BTC). Memorias del "II Encuentro Latinoamericano y Europeo de Comunidades y Edificaciones Sustentables Euro Elecs 2017". San Leopoldo, Brasil.

González. A. (2012). Incorporación de técnicas de BTC a construcciones rurales. Horizontes 4: 25-31.

Habiterra. Exposición iberoamericana de construcción de tierra (1995). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Bogotá, Colombia: Editorial Escala

Hernandez, A., Botero, L., Arango, D. (2015). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. Ingeniería y ciencia, 11 (21): 197-220.

INPRES-CIRSOC 103 (2010). Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes – Parte III - Construcciones de mampostería. Argentina: Instituto Nacional de Prevención Sísmica

Lemonnier, P. (1992). Elements for an anthropology of technology. Museum of Anthropology, University of Michigan

Martínez Sanmartín, L. (1991). "Historia de la técnica. ¿Qué es? ¿En qué contribuye a clarificar las relaciones entre tecnología y sociedad? ¿Cuáles son sus limitaciones? ¿Hay alternativas?", en Sanmartín, J. y otros (eds.); Estudios sobre sociedad y tecnología, Anthropos, Barcelona.

Mas, J., Kirschbaum, C., Tonello, G. (2011). Vivienda rural en suelo-cemento: Investigación, transferencia y autoconstrucción. En: Construcción con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2010/2011: 351-366.

Mellace, R.; Ferreyra, I. (2011). La tierra cruda como alternativa de tecnología social: reflexiones sobre el proceso productivo y sus niveles de productividad. 3º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. San Miguel de Tucumán, Argentina: CRIATIC/FAU/UNT – PROTERRA. p.254-265.

Neves, C.; Faria, O. B. (2011). Técnicas de construção com terra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA.

Norma E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en: ttps://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=3478

NZS 4299 (1998). Earth buildings not requiring specific design [Building Code Compliance Documents B1 (AS1), B2 (AS1), E2 (AS2)]. Nueva Zealandia: Standards New Zealand

Pinch, T., Bijker, W. (1987). The social construction of systems. New directions in the sociology and history of technology. USA: MIT Press

Rigassi, V. (1995). Compressed earth blocks. Volume I. Manual of production. Vieweg: GATE.

Rotondaro, R. (2015). La influencia de la innovación tecnológica en las tradiciones constructivas y proyectuales. El caso de la arquitectura de tierra contemporánea del Noroeste Argentino. Tesis doctoral. Argentina: Universidad Nacional de Tucumán

Rotandaro, R., Cacopardo, F., (2012). Propuesta de gestión y prácticas participativas con tecnología de tierra en la vivienda de barrios urbanos pobres en Buenos Aires-Mar del Plata, Argentina. Apuntes 25 (2): 278-291.

Roux Gutiérrez, R. (2010). Los bloques de tierra comprimida (BTC) en zonas húmedas. México D.F.: Plaza y Valdéz S.A.

Thomas, H. (2004). En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales. Workshop Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina, Río de Janeiro.

Thomas, H.; Buch, A. (2008). Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología: 19-63. Universidad de Quilmes, Buenos Aires.

Thomas, H.; Dagnino, R. (2005). Efectos de transducción: una nueva crítica a la transferencia acrítica de conceptos y modelos institucionales. Ciencia, Docencia y Tecnología, 16(31).

Thomas, H.; Fressoli, M. (2009). En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales. En: Dagnino, R. (org.) Tecnología social. Ferramenta para construir outra sociedade, Campinas: Editora Kaco. p.113-137.

Walter, E., Agüero, M., Watkins, M., Mansilla, G. (2016). Escuela Bioclimática y Sustentable. Secundaria Nº39 – Villa de Antofagasta de la Sierra – Catamarca. I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable: 131-142.

AUTORES

Pablo Dorado, Arquitecto, doctorando en Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. Becario Doctoral CONICET. Integrante del programa de extensión universitaria MHaPa (Mejoramiento del Hábitat participativo).

Santiago Cabrera, Ing. Civil, doctorando en Ingeniería, mención Ing. Industrial. Becario doctoral CONICET. Docente investigador abocado a las técnicas constructivas en tierra, con énfasis en los Bloques de Tierra Comprimida. Actualmente desempeña sus actividades laborales en el Laboratorio de Geotecnia del departamento de Ingeniería Civil en UTN – FRSF.

Gabriel Barroso, estudiante del último año de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. Tesista de grado.

Guillermo Rolón, doctor por la Universidad de Buenos Aires con especialidad en arqueología (FFyL-UBA, Argentina), master en restauración y gestión integral del patrimonio construido (UPV/EHU, España), arquitecto (FADU-UBA, Argentina), investigador adjunto del CONICET e investigador adscripto del CRIATiC; Integrante del programa de extensión universitaria MHaPa (Mejoramiento del Hábitat participativo) y miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA.