

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA; POSIBILIDADES EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Marcelo Cortés Álvarez; Patricio Arias Cortés

Surtierra Arquitectura Ltda

www.surtierrarquitectura.cl

Palabras clave: arquitectura contemporánea, quincha metálica, tecnobarro, tierra – metal, malla plegada.

RESUMEN

Nuestra oficina experimental de construcciones en tierra “Surtierra Arquitectura” se sostiene con encargos de obras de arquitectura y construcción de distintas envergaduras; obras de viviendas, edificios de uso público, e intervenciones en edificios patrimoniales en tierra, obras que materializan y valorizan los resultados de esta búsqueda.

En esta ocasión se expondrán los modelos de construcción tecnológica en tierra por medio de la innovación en torno a tecnologías tradicionales como lo es la quincha. Entendiendo la quincha tradicional como el método constructivo solidario entre materiales de origen vegetal como madera y cañas y el relleno en tierra, se realizó una reevaluación del sistema con el fin de generar una propuesta actual que fuera capaz de satisfacer la necesidad de construcción prefabricada y de rápido ensamblaje.

Analizaremos entonces los sistemas de quincha metálica y el tecnobarro desarrollados por la oficina. Los sistemas consideran el reforzamiento sísmico resistente de un sistema estructural mixto; tierra y metal. Consiste básicamente en la combinación de las características tierra-compresión y fierro-tracción como mezcla estructural para la obtención de un material compuesto de características estructurales que permiten la re-arquitecturización de la obra de tierra.

Se describirá el proceso constructivo de una obra bajo este método constructivo con la intención de develar la economía constructiva, temporal y tecnológica con que se desarrollan la mayor parte de las obras de la oficina.

Bajo esta lectura constructiva, amplios proyectos de diferentes escalas se han generado por parte de la oficina, y será en base al análisis arquitectónico y constructivo que se expondrán las diferentes experiencias en viviendas, teatros, edificios de oficinas, bodegas y cavas, hoteles, etc.

I. INTRODUCCIÓN

El presente ponencia intenta abordar el trabajo transversal desarrollado por la oficina Surtierra Arquitectura en su trabajo que se sostiene con encargos de obras de arquitectura y construcción distintas envergaduras; obras de viviendas, edificios de uso público, e intervenciones en edificios patrimoniales en tierra, y las obras que materializan y valorizan los resultados de esta búsqueda

II. HISTORIA CONSTRUCTIVA NACIONAL

La fundación de la ciudad de Santiago está marcada por la construcción del ambiente construido que fuera capaz de albergar la cultura hispana en el territorio nacional. Emplazado entre montañas, el valle de Santiago sería el lugar preciso para fundar la ciudad; ligada al contexto natural correspondiendo a los hitos geográficos que eran el río y los cerros.

Desde tiempos inmemoriales, la construcción en tierra se desarrolló como una necesidad intrínseca a la construcción de una ciudad capital. Edificios de carácter monumental e institucional fueron construidos junto a la plaza principal. Luego la habitación del poblador recién instalado. Diseñado bajo la subdivisión predial española, la cuadrícula fue dando forma a lo que hoy es el centro histórico de la ciudad.

III. PRESENCIA DE CATÁSTROFES; SISMOS E INUNDACIONES

La instalación del forastero, sin embargo se ve amenazada por el hecho de que el territorio era diferente a donde había estado con anterioridad. La amenaza de sismos e inundaciones van tiñendo de destrucción la vida del hispano en el país.

De norte a sur se lee en el territorio la historia de construcciones y reconstrucciones que afectan a los asentamientos de la época.

De manera inevitable, los sismos comienzan a ser considerados ante un emplazamiento en el territorio. La construcción evoluciona entre pruebas y errores que lo llevan a límites inesperados que se ven obligados a considerar variables de mayor estructuración de las construcciones.

Los escenarios de destrucción permiten al chileno observar las construcciones de manera crítica y entender la transcendencia de la incorporación de técnicas más avanzadas de estructuración de las construcciones. El análisis de los daños y las implicancias de la no consideración de estos factores, son temas que el habitante comienza a considerar constructivamente. De esta forma, la reconstrucción y extensión de la ciudad se ve marcada por las innovaciones tecnológicas que van dando forma a una serie de evoluciones de la construcción que requieren del chileno creatividad y criterios técnicos.

1. Legado constructivo nacional; investigación de continuidad del legado, e innovación constructiva

Hace falta recorrer la ciudad histórica de Santiago para reconocer la historia constructiva de la misma. La incorporación de sistemas mixtos de construcción supone un continuo avance desde la construcción tradicional de lo que había sido, hasta el momento el adobe. De esa forma, hasta hoy ha evolucionado la construcción, volviéndose más que nada a la conservación de la estabilidad estructural de las edificaciones con el fin de asegurar la vida de las personas en su interior.

Este legado arquitectónico es el que recoge la oficina y se inserta en este continuo de innovaciones que permiten la utilización de la construcción en zonas sísmicas con la intención de cambiar el paradigma convencional. La inserción en esta línea histórica, permite a la oficina incorporar el conocimiento del pasado en el desarrollo de tecnologías actuales.

Particularmente, y para efectos de esta ponencia, nos centraremos en construcción a través de la quincha metálica y el tecno barro. Estos sistemas ampliamente utilizados por la oficina, son parte del proceso investigativo que ha tenido la misma. Con el fin de avanzar en la búsqueda de soluciones sismo resistentes, los sistemas consideran un sistema estructural mixto; tierra y metal.

La quincha metálica consiste básicamente en la combinación de las características tierra-compresión y fierro-tracción como mezcla estructural para la obtención de un material compuesto de características estructurales que permiten la re-arquitecturización de la obra de tierra en términos formales y constructivos.

Los principios que guían la construcción con quincha metálica corresponden a este legado sistematizado nacional que permite el avance de la técnica en pos de la incorporación de criterios contemporáneos.

La quincha metálica funciona básicamente con una estructura principal ejecutada en perfiles de acero y diagonales con barras de acero liso. Y una estructura secundaria constituida por mallas electro soldadas de acero, las cuales reciben el mortero de barro con paja.

La versatilidad del sistema constructivo es lo que asegura la nueva lectura de la arquitectura en tierra, ya que incorpora la variable sísmica sin limitar la morfología edificatoria. Dentro de las construcciones realizadas se deben destacar algunos factores

que permiten la masificación de la misma:

- a) **Construcción de chasis metálico** en taller /oficina, las partidas de terminaciones se trabajan simultáneamente con la obra gruesa (instalaciones, muebles, puertas y ventanas etc).
- b) **Transporte de las estructuras** con terminaciones al lugar definitivo mediante carga manual y camión extendido.

La maniobra tarda 1 día máximo para una casa de 150 m2 con 6-8 personas, se traslada solo la obra gruesa para su posterior llenado con tierra aligerada, las terminaciones se aplican al final del secado de la tierra.

Para el llenado se usa la tierra de la obra previa revisión de su cantidad de arcilla, lo que determina la cantidad de cal para su estabilización, esta resulta de excavaciones de instalaciones y fundaciones.

Los efectos de arriostramiento y estructuración se consolidan con soldadura en obra para lo cual este chasis se ejecuta con un corte restituible por soldadura para efectos del traslado. Usualmente la consolidación de sobre cimiento se hace enfierrando dentro del plegado de la malla y consolida con hormigón en obra.

- c) **Montaje de las estructuras:** Esta faena suele tardar muy poco tiempo en su ejecución por estar programada la soldadura, el efecto de rematar las soldaduras se hace el 90% en taller a fin de evitar la carpintería metálica en obra.

Las estructuras en sistema malla y esqueleto se protegen con revestimiento anti óxido y emulsionan asfálticamente como protección anticorrosivo y contra la humedad. También se extiende el nivel superior del sobre cimiento sobre el nivel de piso y aplica emulsión a este como sello anti-humedad capilar en todas los sobre cimientos.

En algunos casos debido al tensionado que se produce en las estructuras estas tienen diferencias en el armado, para esto es conveniente separar para el traslado las estructuras en partes lo más compactas posible. El bajo peso en general de las estructuras permite un alto grado de movilidad en el armado.

- d) **Llenado de estructuras:** Estas se pueden rellenar a mano o con bomba tipo shotcret de aire comprimido o sistema de bolas, el empleo de bomba permite incorporar cal al 10 % en la revoltura del shotcret como medida de estabilización de la tierra, el tiempo ahorrado de obra en bomba es de 6 hasta 10 veces menos que el manual, y se debe dejar la cancha de tierra-paja en estado húmedo con la mayor cantidad de tierra posible para así rentabilizar el uso de la bomba.

El uso de shotcret tierra permite que la presencia de paja en la mezcla ejecute la traba entre esta y la malla de acero para finalmente producir el efecto de una tierra reforzada, también la bomba homogeniza la carga de tierra evitando nidos que debiliten el muro.

- e) **Afinado de muros:** luego de llenar los muros con la mezcla de tierra aligerada estos son emparejados y afinados con un mortero de tierra harneada-paja-cal, que le confiere al muro una terminación pareja y la posibilidad de definir distintas texturas y colores para el acabado de las paredes.



En esta misma dirección explicaremos el sistema TecnoBarro desarrollado por la oficina. El origen del sistema TecnoBarro proviene del sistema tradicional de construcción mixto con tierra cruda, denominado Quincha, la que ha evolucionado hacia la denominada Quincha metálica, como un avance trascendental en diferentes aspectos constructivos. El sistema conocido como TecnoBarro se presenta como una manera contemporánea de construir con tierra dentro de la llamada “arquitectura ecológica”, además de una excelente innovación en el desarrollo tecnológico, que lo perfila con grandes proyecciones dentro del mercado de la construcción por las ventajosas propiedades que presenta el barro en el ámbito de la habitabilidad.

Esta tecnología es un avance con respecto a la Quincha Metálica. Se compone en su totalidad de malla electrosoldada plegada. Esta se fabrica doblando las mallas electrosoldadas de acero que se rigidizan mediante una barra de acero lisa soldada por el exterior de la malla, para luego verter la mezcla de barro y paja sobre la estructura.

Este sistema funciona como un todo estructural, lo que permite que los elementos que constituyen la vivienda actúen en conjunto. Por otro lado, en el aspecto económico se produce un ahorro considerable, gracias a la reducción de la cantidad de acero que se necesita en este sistema, debido a que prácticamente no se necesitan perfiles.

El plegado de la malla otorga un paso de fuerzas, estereometrizando el comportamiento de éstas, y otorgando una armadura para la tierra mejorando sus propiedades estructurales.

Los reducidos costos parámetros económicos de la tierra, como el bajo costo de las estructuras metálicas livianas posibilitan el uso de este sistema en construcciones de economía real.

- **Papel de la cal** como complementos de la obra de tierra; floculación de la arcilla, mejoramiento de PH relativo, impermeabilización y efecto cementante. La cal juega un papel determinante en la consolidación del sistema sirviendo de puente entre ambos, facilitando su unión y comportamiento conjunto sismo resistente.
- **Papel de la paja.** Representa un papel fundamental en el desarrollo del sistema, ya que proporciona resistencias mecánicas a la mezcla para que esta quede completamente enlazada evitando pérdidas del material.

2. Arquitectura contemporánea en tierra

i. Comunidad ecológica

El trabajo de la oficina se centró durante algún tiempo a la construcción de viviendas en el sector llamado “comunidad Ecológica” en la pre cordillera de la ciudad de Santiago. Dadas las características del lugar, era posible y viable la aplicación de estos conocimientos de innovación, lo que permitió su extendido uso.

Dentro de las obras más notables se observan las diversas viviendas que son el testigo fiel de las posibilidades que un sistema tan versátil proporciona. En este sentido, la dinámica de innovación se mantuvo siempre en la mira, con la consiguiente evolución de sistemas que fueron pasando desde sistemas ancestrales a la Quincha metálica, para luego llegar al tecnoBarro.

Junto con esto, la importancia de resolver cada detalle y cada problema que la obra impone, fueron resultando una serie de soluciones nuevas que denotan la complejidad el problema constructivo en situaciones aparentemente precarias, como la construcción en tierra.

Cabe destacar el papel fundamental que tiene en estas construcciones por ejemplo, los entresijos que se conforman en un entramado liviano de acero y mezcla que a base de estereométricas armadas que son a su vez estabilizados y terminados con diferentes

colores y diseños.



ii. Salto a nuevos programas y proyectos

La trayectoria de la oficina ha evolucionado desde la escala de la vivienda a la incorporación de nuevos programas y proyectos de mayor magnitud. En este sentido, la expansión y amplificación, supone un debido replanteamiento del oficio, en tanto la aparición de nuevos desafíos es inherente.

Proyectos de mayor escala y envergadura con una mayor inclusión de profesionales y desafíos; Haras Don Gabo, Edificio de oficinas del Centro de Ecología Aplicada, diversos teatros, Edificio Granjaverdura, Hotel Itahue, etc.

3. Desarrollo de estucos en arcilla

La búsqueda de soluciones en diversas escalas y temáticas, ha llevado a la oficina a desarrollar intensivamente la investigación en el papel de la arcilla en la construcción como material contemporáneo de aplicación en revocos y pinturas de arcilla.

Por otra parte, la búsqueda técnica y artística ha llevado al desarrollo de comprimidos en arcillas, muebles diversos y demases del ámbito del arte.

4. Innovación aplicada en la restauración del patrimonio

El trabajo de la oficina se encuentra, entre otras cosas, dedicado a la intervención del patrimonio arquitectónico de Monumentos Nacionales protegidos por la Ley chilena de Monumentos bajo el alero del Consejo de Monumentos Nacionales. Nos centraremos en el trabajo de dos áreas de intervención que han evidenciado en Chile una necesidad de restauración monumental a causa de terremotos; por un lado la reparación de cuatro monumentos nacionales en la ciudad salitrera de María Elena, y por otra parte, la recuperación y reconstrucción de iglesias de diversos poblados rurales del norte del país.

El conjunto de los edificios patrimoniales de la comuna de María Elena que conforman el llamado barrio cívico de la ciudad, corresponden a una iglesia, una escuela, los ex-baños públicos y un Teatro. A primera vista se trata de edificios de adobe tradicionales, sin embargo, a raíz del terremoto del 14 de noviembre de 2007 y de los daños producidos en dichos monumentos se evidencia una situación diferente: la presencia de mallas (escalerillas de malla metálica cada tres hiladas) y otros elementos metálicos como pilares y cerchas (en estructuras de techumbre) muestran un sistema particular e inusual de construcción con tierra; una especie de “adobe armado”. Este reforzamiento demostró ser altamente eficiente en términos de la estabilidad sísmica de los edificios, los cuales a pesar de los daños, se encuentran todos en pie.

Por otra parte, las construcciones que conforman el conjunto de Iglesias del Norte Andino que están en estudio, son muestra de la más excepcional vida en este áspero territorio. Podría decirse que son el resultado de un complejo proceso de intercambios e influencias, acontecidas desde tiempos inmemoriales; convirtiéndose estas numerosas capillas e iglesias, en el reflejo más tangible del encuentro entre el mundo hispano y el de indígena, condición expresada en su arquitectura de “espacios evangelizadores”. Como restauradores, nos encontramos frente a la disyuntiva de cómo brindar seguridad desde el punto de vista estructural (estabilización antisísmica), preservando la condición histórica del edificio, respetando su materialidad y técnicas de sus culturas constructivas

originales.

5. Vivienda social y construcción en tierra

El trabajo desarrollado en torno a la Vivienda Social se ve marcado por el papel central que juega el usuario de la obra. En este sentido se desarrolló un proyecto incorporando un ejercicio práctico que consistió en la remodelación de vivienda social con técnicas constructivas en tierra.

Marcelo Cortés Álvarez:

1975 - 1982 Educación Universitaria Facultad de Arquitectura Universidad de Chile.
1986 Creación Empresa Constructora.
1991 Comienza el trabajo en Tecno Barro.
2001 - 2009 Creación y trabajo en la Oficina de Arquitectura Surtierra Arquitectura.

Patricio Arias Cortés;

1993 - 1999 Educación Universitaria Facultad de Arquitectura Universidad de Chile.
1999 - 2001 Trabajo independiente en construcción de vivienda y restauraciones patrimoniales.
2001 - 2009 Creación y trabajo en la Oficina de Arquitectura Surtierra Arquitectura.