

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA

Patricio Arias Cortés

Surtierra Arquitectura Ltda. General Jofre 386-C Santiago, Chile
www.surtierrarquitectura.cl

Tema 4: Arquitectura Vernácula y Contemporánea.

Palabras clave: Arquitectura contemporánea, tecnobarro, tierra cruda

Resumen

Nuestra oficina experimental de arquitectura y construcción Surtierra Arquitectura desarrolla encargos de obras de arquitectura y construcción de distintas envergaduras y programas, dedicándonos íntegramente a desarrollar proyectos de arquitectura y construcción con tierra cruda.

En el último periodo se ha generado un cambio de escala con respecto a la envergadura y temática de los proyectos. Pasando de hacer básicamente proyectos de viviendas (de distintos tipos y tamaños) a proyectos con temática asociadas a áreas comerciales y de servicios como hoteles, oficinas, bodegas de vino y universidades. Por otro lado, hemos generado un área de proyectos de intervención patrimonial en tierra, principalmente como consultores del Programa de Puesta en Valor del Ministerio de Obras Públicas de Chile, programa al que llegamos desde nuestra expertiz en construcción de tierra con un modelo tecnológico adaptable a la restauración.

Este modelo tecnológico lo hemos generado a partir de la comprensión de los modelos tradicionales y de una gran cantidad de años experimentando. 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, con esto los sistemas constructivos desarrollados por la oficina; "*quincha metálica*" y "*tecnobarro*", consideran el reforzamientos sismo resistente de un sistema estructural mixto; tierra y metal. Este 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 el presente artículo se describirá el proceso constructivo de una obra bajo este método constructivo con la intención de dar a conocer la economía constructiva, temporal y tecnológica con que se desarrollan la mayor parte de las obras de la oficina.

1. CONTEXTO GENERAL

Surtierra arquitectura es una oficina dedicada a la arquitectura y construcción con tierra cruda como eje de su práctica material. Orientada a un ámbito no solo del diseño en el papel Surtierra construye la mayor parte de sus proyectos extrayendo de esta praxis gran parte de su acervo de búsquedas formales y de lenguaje. Con trabajos diseminados tanto el zonas urbanas como peri-urbanas, el paisaje es otro elemento que se funde en las apuestas formales y técnicas, "trayendo y llevando" desde uno hacia el otro imágenes y soluciones.

Con encargos de diversa índole y envergadura, ha desarrollado una constante búsqueda y experimentación en torno a los materiales, las tecnologías, los sistemas constructivos, ocupándose principalmente de una escala de proyectos que por su envergadura (viviendas unifamiliares, restaurantes, cafés, tiendas, etc.) facilitan la interferencia permanente de los procesos constructivos por procesos de diseño y viceversa, extrayendo de esta interrelación las experiencias y las bases para poder intentar con mayor o menor acierto los saltos y las apuestas por una innovación en torno a las técnicas tradicionales de construcción con tierra cruda y su puesta en

perspectiva en un mundo globalizado y competitivo, desarrollando no solo una práctica sustentable en lo material sino así mismo contemporánea en la necesidad de configurar un lenguaje propio y cuestionador del momento presente. (fig. 1)



Fig.1 – Casa Lupe Gatica, Pirque, Chile (Crédito: Patricio Arias, 2008)

En el último tiempo esta oficina ha venido experimentando una serie de cambios en torno a los tipos de encargo que plantean nuevos desafíos a la puesta en práctica de los conceptos antes descritos como así mismo al desarrollo de una práctica arquitectónica en torno a la tierra cruda como material de trabajo. Por un lado la aparición de nuevos encargos relacionados a programas de mayor envergadura como sedes universitarias, hoteles o bodegas de vinos vienen configurando un universo de trabajo proyectual cada vez más intenso y más distante de la obra y sus posibilidades de modificaciones orgánicas, por otro lado los recientes trabajos de obras de restauración para el programa de patrimonio impulsado por el gobierno de Chile (materia de otra conferencia presentada en este mismo evento) han significado el desarrollo de un sinnúmero de protocolos de diseño, de hallazgos constructivos (como el caso de la salitrera María Elena) y de aproximaciones a una dimensión mucho más profunda del arraigo del material tierra en las comunidades no-urbanas de nuestro territorio.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TIERRA-METAL

2.1 Reforzamientos sismo-resistentes mediante sistema estructural mixto tierra-metal, tecnobarro

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 permitan la asismicidad de la obra de tierra. Las características de chasis metálico mediante soldadura con malla electro soldada de acero plegada y atiesada para posibilitar un “enjambre” entre la malla de metal y la tierra aligerada que provee de tracción a la tierra y compresión a la malla.

El plegado de la malla otorga un par de fuerzas, estereometrizando el comportamiento de esta y otorgando una armadura para la tierra mejorando sus propiedades estructurales. El efecto de protección térmica de la tierra sobre el metal amortigua los efectos de dilatación para un comportamiento estable de este chasis bajo diversas

condiciones de clima. La estabilización de la tierra mediante cal permite controlar la fisuración por control volumétrico de la arcilla, resistencia mecánica, impermeabilidad y control de pH (bacterias). Así mismo el estuco se refuerza en su impermeabilidad mediante cal (proceso de carbonatación colaborante, los minerales de la arcilla son puzolanas naturales y tienen la capacidad de reaccionar con la cal añadida para producir compuestos cementantes).

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

2.2 Desarrollo y aplicación del modelo quinchá metálica en la prefabricación de viviendas en tierra

En la construcción del chasis metálico las partidas de terminaciones se trabajan simultáneamente con la obra gruesa (instalaciones, muebles, puertas y ventanas, etc.). El transporte de las estructuras con terminaciones al lugar definitivo es mediante carga manual y camión extendido donde la maniobra tarda 1 día máximo para una casa de 150 m² con 6 a 8 personas, se traslada solo la obra gruesa para el llenado con tierra aligerada, con esto las terminaciones se aplican al final del secado de la tierra.

Los efectos de arrostro 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 sobrecimiento se hace enfierrando dentro del plegado de la malla y consolida con hormigón en obra. Con la prefabricación de las mallas, el montaje de las estructuras tarda muy poco tiempo, por estar programada la soldadura, el efecto de rematar las soldaduras se ejecuta el 90% en taller a fin de evitar la carpintería metálica en obra.

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

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 tierra resulta de excavaciones de instalaciones y fundaciones. La técnica de llenado de estructuras se puede realizar 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 con 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.

3. TIPOS DE ENCARGO – NUEVOS ENCARGOS

Como ya se mencionó antes los encargos recibidos por esta oficina han experimentado dos grandes cambios que se transforman en una serie de nuevos desafíos. Por una parte la aproximación a nuevos proyectos de programas de mayor envergadura y complejidad técnica han significado el tener que abandonar de cierta

manera el esquema de “el anteproyecto a la obra” teniendo que enfrentar nuevos procesos (nuevos para nosotros) de desarrollo de proyecto mucho más distantes a las coordenadas experimentales (y experienciales) de la obra para tratar de volcar toda la experiencia ya acumulada en estos nuevos proyectos. Así mismo la aparición de programas más específicos y técnicos ha significado un desarrollo y un constante contraste de las experiencias en torno a la tierra como material capaz de resolver esas temáticas específicas. (fig. 2)

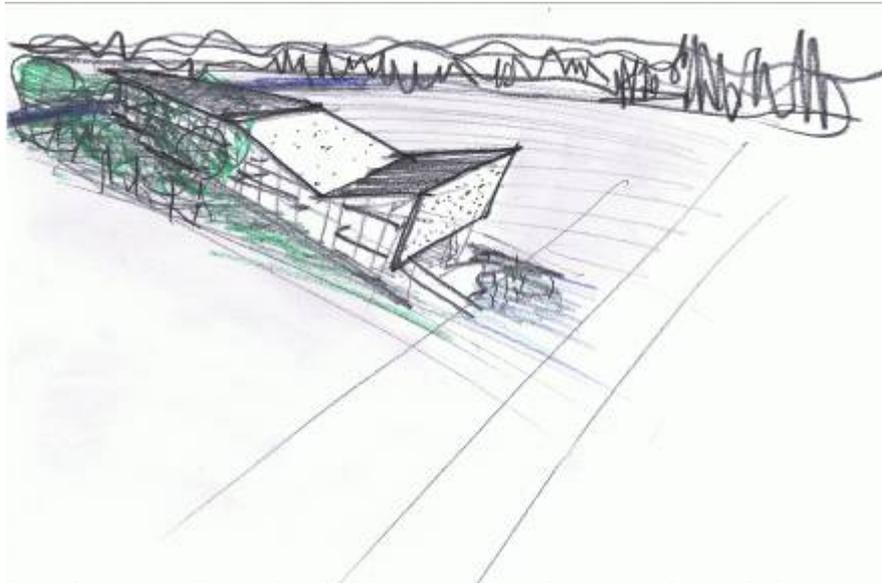


Fig.2 – CEA - Centro de Ecología Aplicada, La Reina, Santiago, Chile (Crédito: Patricio Arias, 2009)

De esta manera surge el diseño de la bodega de vinos enterrada en la tierra que busca aprovechar la estabilidad térmica de esta para minimizar el consumo energético que significa el producir vinos de alto estándar. De la misma manera surge el proyecto para el teatro y salas de ensayo del “Teatro Cinema”, un volumen ciego de tierra con un alto requerimiento de acondicionamiento acústico y térmico y muy exigente desde el punto de vista estructural. Otro ejemplo de esto es el proyecto de oficinas proyectado para la consultora en asuntos ambientales CEA (centro de ecología aplicada) que constituye un intento por armonizar paisaje, sistemas de trabajo integrados, bajo consumo energético y la apuesta por integrar, no solo el material de tierra como un elemento endémicamente reciclable, sino transformar el edificio completo en un gran “mecano” desarmable y reciclable intentando producir un efecto de vida minimizado en cuanto al costo de desuso del edificio. Para esto se diseñó el proyecto íntegramente en estructura metálica con paramentos de cierre en tierra en diferentes técnicas como tapia para el primer piso y quincha metálica para el segundo y losas de madera en ambos entresijos, las cuales irán apernadas formando elementos “desarmables” al tiempo que de bajo costo y gran expresividad. En cualquier caso, estos nuevos programas definen nuevas maneras de aproximarse al trabajo en tierra cruda e imponen la necesidad de hallar nuevas respuestas/expresiones así como ventajas y posibilidades en la puesta en escena del trabajo de tierra. (fig. 3)

Por otro lado, el trabajo en proyectos de restauración en patrimonio para el Gobierno de Chile dentro del marco del Programa de Puesta en Valor BID han generado la necesidad de sistematizar y organizar gran parte del trabajo que de forma empírica venimos desarrollando como oficina de construcción, lo que nos ha permitido hacer hallazgos notables de innovación tecnológica como lo es el caso de María Elena, donde encontramos un sistema de construcción mixto tierra metal a modo de un

“adobe-reforzado” con escalerillas metálicas único en nuestro país en un conjunto de edificios patrimoniales, algo así como el eslabón perdido para nosotros, en lo que respecta a la combinación tierra metal que hemos venido experimentando. Los edificios de María Elena vienen a demostrar nuestra tesis en cuanto al comportamiento estructural de esta combinación de materiales frente a un sismo de gran envergadura.



Fig.3 – Hotel y Bodega Itahue – Itahue, Curicó, Chile (Crédito: Patricio Arias, 2006-08)

Estos proyectos nos han permitido así mismo conocer y poder aproximarse a una dimensión mucho más íntima de la relación de las comunidades locales (rurales) de nuestro territorio con la tierra como material de construcción y arquitecturización de sus universos simbólicos. La comprensión de las dimensiones estructurales y constructivas de la tierra ha posibilitado el dialogo y desarrollo de nuevas ideas frente al paradigma de intervenir edificios patrimoniales de matriz estructural muy precaria para un país tan sísmico como lo es Chile. Así mismo hemos podido aproximarnos a una tarea de recomponer las antiguas prácticas constructivas locales en algunos casos y en otros a mejorar las ya existentes para hacerlas más eficientes de acuerdo a las investigaciones y experiencias que recogemos tanto de nuestra propia práctica como de la de nuestros colegas de todo el mundo.

4. INNOVACIÓN EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

4.1 La innovación

En el caso de nuestra oficina la innovación está asociada particularmente a los hallazgos que de la obra se extraen como experiencias y constructoras de un saber más bien empírico. Este desarrollo que genera interferencias en ambos sentidos afecta no solo la labor constructora de la oficina sino sobre todo la dimensión proyectual o de diseño de la misma. El constante proceso de diseño de las obras asociado a la redefinición constante de los elementos y las decisiones tomadas previamente en la etapa de boceto han llevado a establecer una forma de modo de operar sobre la materia y las decisiones de diseño que sobre esta se toman, la definición escala uno a uno de diversos temas es, no solo posible sino también necesaria.

Sobre lo mismo cabría destacar que la tierra como material obliga a tener una relación más bien corporal que “mental”, donde el conocimiento empírico es también conocimiento del cuerpo, es lo que permite saber sobre la calidad de una determinada tierra y su posibles aplicaciones, por otra parte la diversidad de tierras disponibles en los distintos locales donde se desarrollan las obras impone la necesidad de estar constantemente actualizando ese “conocimiento o relación” del cuerpo con el material. Extremando esa idea, la relación del cuerpo propio como consciencia y medida de la realidad arquitectónica establece un enfoque diferente sobre la relación clásica entre proyecto y obra y entre arquitecto y constructor. Es necesario exponer el cuerpo a las ideas y los materiales a los proyectos.

Como se vio en el punto anterior este tipo de relación es muy factible en proyectos de pequeña y mediana envergadura. Poder llevar un tipo de praxis como esa a una escala mayor requiere de nuevas metodologías, de nuevas astucias para no dejarse llevar por la comodidad del lápiz y el papel.

4.2 La práctica, el tecnobarro

La innovación en la elaboración del material es un tema fundamental, estar en obra permite aprender e innovar, obtener de las experiencias empíricas la experiencia necesaria para trabajar eficientemente con el material, encontrando las respuestas, técnicas o vivencias para desarrollar la práctica arquitectónica.

Las búsquedas constructivas por hacer de la tierra un material vigente, seguro, contemporáneo han decantado en el desarrollo de la quincha metálica y el tecno-barro como modelos altamente eficientes y competitivos a la hora de sostener una práctica arquitectónica. Estas constantes búsquedas han derivado en el desarrollo de una arquitectura cada vez más sincera y auto exigente, es así como el metal ha ido apareciendo cada vez más como parte del lenguaje arquitectónico tomando un rol protagónico en la definición de la imagen de nuestros últimos proyectos.

Por otra parte la búsqueda por extraer el máximo de expresión de esta particular conjunción de materiales (mallas de acero y barro+paja) nos han llevado a experimentar con las posibilidades plásticas de los mismos. La gran ductilidad que presentan las mallas de acero en cierto modo son un reflejo y un símil de las posibilidades del barro de ser moldeado a voluntad. El trabajo en estas posibilidades está recién comenzando (fig. 4) y se encadena a otras búsquedas formales/necesarias como los muros inclinados y las estructuras a la vista.



Fig.4 – Casa Arias – Peñalolén, Santiago, Chile (créditos: Patricio Arias, 2008)

5. SUSTENTABILIDAD

Partiendo de la premisa que la tierra es el cuerpo, base de la conformación natural de los territorios, que a pesar de ser un material inerte, como material de construcción se presenta como un ser vivo que respira, transpira, almacena calor y presenta características que la hacen ser un material ecológico y sustentable y que requiere de su propio conocimiento empírico, se potencia el poder desarrollar el material en una dimensión medioambiental, para explorarlo y obtener el máximo provecho para determinar nuestro discurso arquitectónico, una mirada o expresión arquitectónica

contemporánea, pero que se sostiene dentro de la cotidianeidad y la habitabilidad urbana, esto nos hace ser parte de la construcción de un lenguaje, sostener una práctica y un material, devolverle la vida a un material que se había perdido en nuestro país y hoy en día regresa con sus características y ventajas, evolucionado y acomodándose a las exigencias que requieren las ciudades de hoy. (fig. 5)

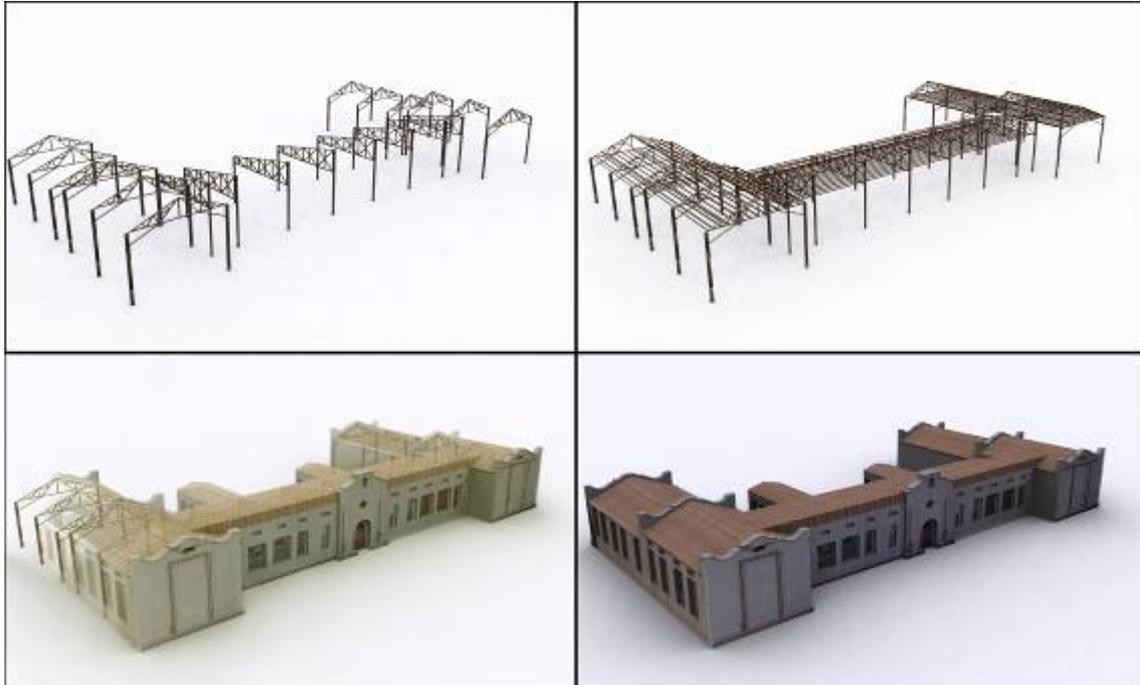


Fig.5 – Salitrera María Elena, edificio escuela – Iquique, Chile (Crédito: Surtierra, 2008)

Se pretende dar así mismo una mirada de manera global a lo que significa sostener una postura contemporánea frente a la producción arquitectónica con tierra y como esto se traduce en la búsqueda de una lectura que al mismo tiempo adhiere y cuestiona lo que significa el ser “contemporáneo” y que, de igual manera recoge la tradición asociada al trabajo con tierra, las culturas constructivas locales, las materias locales, interpreta y transforma esa tradición en una nueva imagen y proyectos más sintonizados con el momento presente, desde un punto de vista amplio.

Con todo esto, se nos presenta la interrogante de ¿Qué significa ser contemporáneo? Respuesta que hoy más que un significado, es parte de nuestra postura, más acá de la participación estática del momento presente y más allá de una línea estética, en donde buscamos nuevas definiciones o aportar nuevos significados al lenguaje de hoy, es decir, que sea sostenible, esto presenta la arquitectura contemporánea en una dimensión material y hacer de la práctica algo sostenible en el tiempo, que evolucione y se desarrolle. Hacer de la práctica una actividad sostenible económica, energética y ecológicamente e ir combinando técnicas y prácticas con un partido y postura tomada, con una lectura estética amplia pero que al mismo tiempo no intente imitar las características del pasado, sino actualizar y formar parte del discurso de lo que se entiende como el presente, entendido como un momento en constante creación, transformación y adaptación. (fig. 6)

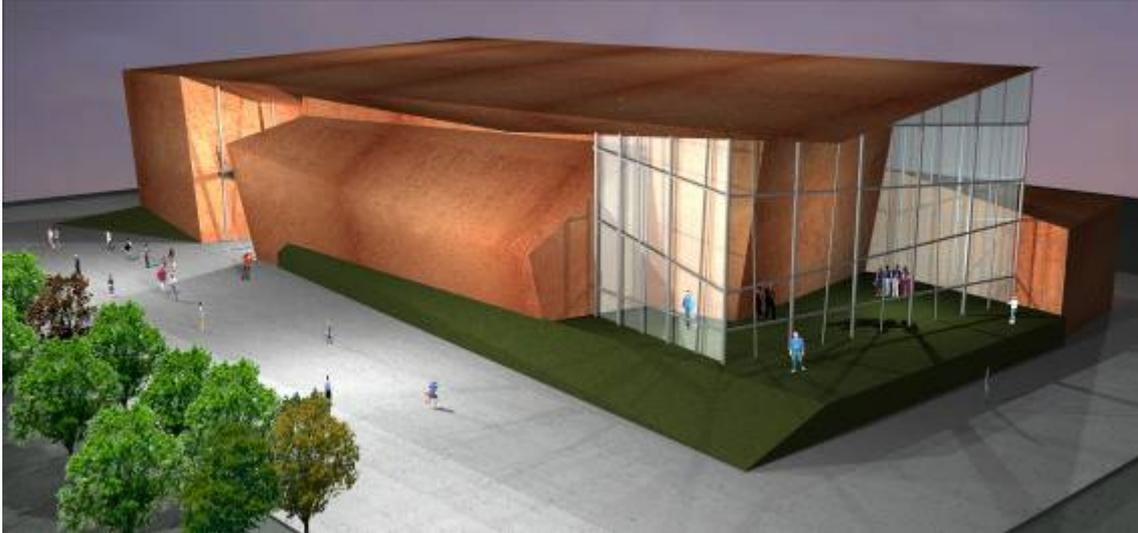


Fig.6 – Teatro Cinema – La Reina, Santiago, Chile (Crédito: Surtierra, 2008)

Curriculum

Patricio Arias Cortés: Arquitecto Universidad de Chile 1999; socio de la consultora chilena Surtierra Arquitectura, especialista en el desarrollo de proyectos de arquitectura contemporánea y construcción con tierra cruda, así como restauración de inmuebles construidos en tierra; miembro del directorio de la Fundación Jofré.