

TECNOLOGIA DE TIERRA PARA MEJORAR ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

Rodolfo Rotondaro

M. Arquitecto

CONICET/Universidad de Buenos Aires

Cochrane 2292-C1419FMB-Buenos Aires / e-mail: rotondar@escape.com.ar / tel.: (54.11)45740398

Rafael F. Mellace

Arquitecto

LEME FAU - Universidad Nacional de Tucumán

Av. Roca 1800-4000 Tucumán / e-mail: rfmellace@infovia.com.ar / tel.: (54.381)4364093 int. 123

Augusto Pereyra

Téc. Químico

e-mail: varefo@hotmail.com.ar

Alex Schicht

Arquitecto

CONICET/Universidad de Buenos Aires - e-mail: alexschicht@hotmail.com

Resumen

En este trabajo presentamos resultados de la investigación sobre componentes y elementos constructivos de bajo costo para muros, pisos, solados y protecciones de muros, que se lleva a cabo en Buenos Aires y Tucumán, Argentina. La hipótesis general plantea la idea de que mediante la gestión participativa de elementos constructivos de tierra, de muy bajo costo y alta replicabilidad, para población que se encuentra bajo la línea de pobreza, podrá generar mejoramientos de pequeña escala en la vivienda y su entorno próximo.

Hay diseños y prototipos de muros de bloques comprimidos de tierra-cemento; contrapisos; pisos con tierra estabilizada en paños; baldosas y baldosines; solados con productos poliméricos; bases y sub-bases de veredas, patios y calles vecinales con tierras estabilizadas; pinturas y protecciones de superficie para bloques y muros de tierra. Se experimentan también prototipos de moldes manuales desarmables. Las actividades incluyen ensayos simples y normalizados; selección de tierras y pruebas de estabilización; aplicación y transferencia de técnicas con comunidades barriales; y organización de microempresas locales.

La investigación es posible gracias al apoyo material y financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET; las Universidades Nacionales de Buenos Aires y de Tucumán (Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda); Secretariado de Enlace de Comunidades Autogestionarias, SEDECA; ONG Agenda Joven.

Abstract

Authors presents the results of a research focused in the improvement of the social housing in urban and peri-urban areas of Buenos Aires and Tucumán, Argentina. Work is now developing earth prototypes of components and constructive elements to build walls, plasters and floors with the use of stabilized soils and polymere products.

Proposals privilegates low cost alternatives based in the use of local ressources, earth components and wooden demountable moulds. Were built experimental prototypes of manual compressed blocks, floors, peatonal ways, plasters, surface wall protections, cement paints, and moulds with the use of differents local soils, Portland cement and other chemical stabilisers.

Urban poor people work together with researchers and technicians of universities and with non governmental organisations. The research is supported by local communities, NGOs (Secretariado de Enlace de Comunidades Autogestionarias, SEDECA; Agenda Joven) and by the Scientific and Technological National Conseil, CONICET; the University of Buenos Aires and the National University of Tucumán (Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda).

Palabras clave : elementos constructivos / alternativos / habitat social

Marco general de la investigación.

Las cifras oficiales a Febrero de 2003 indicaron 20,8 millones de pobres en Argentina y un porcentaje aproximado del 57,7% de la población urbana bajo la línea de pobreza. Un 27,5% apenas puede conseguir los alimentos mínimos necesarios para subsistir.

Esta situación de pobreza se manifiesta en las grandes ciudades del país y sus periferias. Aparece en forma clara en el Gran Buenos Aires, conglomerado de alrededor de 8 millones de personas, el sector urbanizado más grande del país. En la última década se incrementaron los asentamientos pobres y se pauperizaron aún más los existentes, inmersos en la exclusión que ni el Estado ni la sociedad en su conjunto hemos podido aún mejorar o revertir.

Este fenómeno trajo consecuencias, entre otros ámbitos, en la estructura física de la vivienda urbana: mayor déficit habitacional y carencia casi absoluta de medios y recursos para mejorar la calidad de la vivienda, para mantenerla, o para crecer.

La gente con este estado de pobreza y de indigencia tiene muy poco tiempo y fuerzas para hacer y mantener su propia morada.

En este trabajo resumimos una serie de iniciativas de investigación-acción que se inscriben en el campo de la vivienda para los sectores poblacionales bajo la línea de pobreza en áreas urbanas, con experimentación de laboratorio y una incipiente transferencia en Buenos Aires y Tucumán. La investigación tiene dos objetivos principales:

A- elaborar modelos de gestión adecuados a los contextos de aplicación de alternativas constructivas de muy bajo costo y replicabilidad posible; y

B- diseñar y transferir componentes y elementos constructivos de muy bajo costo con el empleo de tierras estabilizadas.

En esta etapa del trabajo participan y brindan apoyo material y financiero la Asociación Civil El Progreso, barrio Bancalari; Comunidad Toba de Derqui; SEDECA (Secretariado de Enlace de Comunidades Autogestionarias); ONG Agenda Joven; el Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda (Universidad Nacional de Tucumán); el CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas); y la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (Universidad de Buenos Aires).

Gestión y diseño de prototipos.

Se han realizado distintas actividades: diagnósticos locales, diseño de prototipos de componentes y elementos, construcción de prototipos experimentales, ensayos de laboratorio, capacitación en barrios, organización de microempresas y transferencia de técnicas constructivas. La gestión de estos elementos constructivos alternativos presenta matices diversos que dependen y se articulan con las ONGs que intervienen en las comunidades barriales; los autores se suman a los procesos de gestión que ya funcionan en varios de los casos aquí presentados, tratando de contribuir con pequeñas mejoras que sean posibles en el campo de la vivienda autoproducida.

Los principales diseños y prototipos se describen a continuación:

1. Componente básico con tierra cruda estabilizada comprimida para muros de mampostería.

El componente es en este caso un bloque de tierra-cemento (IACP 1991; Mellace et al 2001) comprimido con dos métodos distintos: prensa del tipo Cinva-Ram (fuerza de compactación de aprox. 15 tn) y pisón manual de madera con molde de madera desarmable. El material está compuesto por tierra “tosca” (mediana plasticidad) tamizada con tamiz 4 (4,8 mm), cemento tipo Portland en un 3% (vol), aditivo químico en 1% (vol) diluido en agua de amasado, y agua en un 12% (vol). El bloque se experimenta en dos lugares del Gran Buenos Aires, con el enfoque de “proyectos piloto” de ambos trabajos.

Uno de los barrios está en Bancalari, a una hora al Norte de Buenos Aires. Dentro del barrio se trabaja con una organización vecinal llamada Asociación Civil El Progreso, bajo la coordinación de SEDECA. (padre Meisegeier y Lic. Julio Clavijo). Los objetivos son: (a) colaborar con la organización de una microempresa barrial para organizar una pequeña fábrica local de bloques de tierra-cemento; (b) generar mejoramientos de muy bajo costo para las viviendas del barrio; (c) construir hornos de tambor para mejorar el equipamiento doméstico.

Se analizaron tierras locales y adquiridas de otra zona (“tosca”) y se fabricaron bloques de prueba con tierra-cemento y aditivo químico (figura 1). La Asociación construyó moldes manuales desarmables de madera y metálicos desmontable (figura 2) con los cuales se fabrican bloques y se están construyendo muretes de prueba y un horno de tambor horizontal revestido con bóveda de los mismos bloques.

Cada actividad se acompaña con tareas de capacitación, dentro del plan de SEDECA.

El otro lugar está ubicado en un sector periurbano de la localidad de Derqui, donde se trabaja con una colonia de Tobas, comunidad indígena del Noreste del país asentada en este lugar.

Se trabaja con una comisión representante de la comunidad, bajo la coordinación de la ONG Agenda Joven (Lic. Luis Guzmán C.). Los objetivos son: (a) colaborar con la organización de una microempresa barrial para organizar una bloquera local de bloques de tierra-cemento; (b) mejorar a muy bajo costo para las viviendas del barrio; y (c) construir un templo (capilla) para la comunidad (figura 3). Se realizaron el proyecto de la fábrica de bloques y posterior Capilla; identificación de tierras locales y adquiridas ("tosca"); tareas de capacitación en el barrio y en la Universidad de Buenos Aires (curso de fabricación de bloques de tierra-cemento con bloquera y y charlas sobre las posibilidades de emplear la tierra cruda para construir).

En ambos barrios se ha adquirido (con fondos gestionados por las ONGs actuantes) una bloquera similar al modelo CINVA-RAM con el fin de iniciar la etapa piloto de fabricación y venta de bloques. Un 50% de la producción será destinada al mejoramiento o ampliación de las viviendas existentes.

2 -Componentes básicos y elementos constructivos con tierras estabilizadas para y bases y sub-bases de veredas y calles vecinales.

2.1- Paquete estructural suelo-cemento compactado con aditivo y concreto polimérico.

Las calles y accesos a los barrios del Gran Buenos Aires son de tierra y están en malas condiciones por la falta de mantenimiento. Esta situación genera problemas para la circulación y para una habitabilidad normal, tales como (a) el desprendimiento de excesiva cantidad de polvo fino; (b) condiciones resbaladizas por efecto de las lluvias, críticos en suelos arcillosos ("toscas", "gredas" suelos limosos y arcillosos); c) intransitabilidad en algunos casos.

Se investiga una solución alternativa a la pavimentación o las carpetas asfálticas, de menores costos, consistente en la consolidación de las calles vecinales mediante un paquete estructural compuesto por dos capas: una de tierra-cemento con aditivo estabilizante químico, de entre 10 y 20 cm de espesor; y una de terminación con concreto polimérico.

Las ventajas derivadas del uso del aditivo en la capa de tierra-cemento son las siguientes: costo inferior comparado con el de capas similares sin aditivo o con calles sin tratamiento (reduce la cantidad de cemento al 50% en volumen; reduce los costos de mantenimiento); aumenta la rapidez de ejecución de obra; la calle puede ser usada una vez terminados los trabajos de compactación; reducción de polvo fino en el ambiente en más del 90%; resiste temperaturas de hasta -10 grados centígrados sin deterioro en los deshielos; permite carpetas de rodamiento de menor espesor.

El líquido estabilizante contiene productos químicos de origen nacional, es de color azul, con pH: 10-11; tiene 60% de sólidos; no es tóxico ni inflamable; totalmente miscible en agua. Se diluye con agua (potable)

variando la cantidad de agua de acuerdo al grado de humedad del suelo existente, en un porcentaje aproximado del 1% en volumen en el agua de amasado.

La tierra-cemento se elabora con suelos areno-arcillosos con 60% o más (vol) de arenas finas y entre 15 y 20% (vol) de arcillas. La construcción de la capa se realiza con técnicas viales para sub-base de calles y el curado correspondiente.

En prototipos ensayados con probetas cilíndricas de 5cm por 10cm a 28 días, con una tierra de mediana plasticidad ("tosca" con 16% de arcilla) estabilizada con 3% de cemento en volumen y 1% de aditivo en volumen en el agua de mezcla, se han obtenido resistencias de rotura por compresión de 38 a 67kgf/cm², valores superiores a los de la tierra-cemento sin aditivo (29 a 40kgf/cm²). Una tierra-cal con 4,5% (vol) de cal hidratada con el mismo suelo, sin aditivo, presenta resistencias mucho menores, de alrededor de los 8kgf/cm².

2.2- Concreto polimérico.

Elemento constructivo para terminaciones de solados y pisos de tierra-cemento compactados y como revestimiento de muros exteriores. Es un líquido polimérico cuyos componentes son gravas y arenas finas, cemento, agua, pigmentos y una mezcla de polímeros acrílicos, vinílicos y estirénicos de base acuosa, que se aplica en dos o más capas y en espesores variables.

Se investiga como terminación para solados y pisos de vivienda (contrapisos, paños de piso, baldosas, capa de desgaste final, pisos interiores, patios, veredas), y para pisos de uso público en edificios institucionales, en sendas peatonales y en calles, aplicado en espesores que varían entre 2 mm a 50 mm.

Se está experimentando y evaluando su performance en cuanto a su resistencia a la intemperie, adherencia y fisuración. Se realizarán ensayos normalizados de resistencia a la abrasión y de dureza, y se evaluará su mantenimiento.

No necesita curado y en menos de 48 hs. de aplicada se puede habilitar al uso. Tiene una gama de 20 colores y su costo de mantenimiento es menor comparado con el de las terminaciones convencionales para la vivienda de interés social (revoque grueso, revoque fino y pintura en el caso de muros; carpeta cementicia de 1cm en pisos).

Las ventajas de su aplicación como elemento constructivo para pisos y solados de la vivienda de bajo costo radican en que es un material resistente al desgaste climático y por abrasión; de mayor flexibilidad que las soluciones tradicionales en uso; no necesita de juntas de dilatación; es apto para el tránsito peatonal intenso (por ello el interés en investigarlo para su uso en el habitat social).

2.3- Endurecedor.

Elemento endurecedor para pisos y solados. El producto es una mezcla endurecedora en polvo de aplicación para superficies y solados de alta transitabilidad, experimentado en capas de desgaste de pisos de salas de juegos y en playas de estacionamiento descubiertas, en áreas urbanas del Gran Buenos Aires. Está compuesto por gravillas finas, arenas cuarcíticas, cemento, agua, pigmentos no metálicos y aditivos fluidificantes.

Se puede aplicar sobre pisos de tierra-cemento con capa de desgaste de concreto polimérico y sobre pisos y pavimentos de hormigón. Se investigan su aplicabilidad, costos y mantenimiento en pisos y solados de la vivienda de interés social para el Gran Buenos Aires y Tucumán con prototipos en etapa de ensayo.

3 – Prototipos de revoques y protecciones de superficie.

3.1 - Revestimiento de concreto polimérico.

Es el mismo material mencionado más arriba, aplicado varias capas de 0,5 a varios milímetros de espesor, sobre la pared de tierra. Su consistencia tiene la plasticidad adecuada para su manipuleo como una pintura espesa que se aplica y alisa con llana.

Se construyeron prototipos de prueba sobre bloques de tierra-cemento (3% de cemento en volumen y aditivo químico) para muros de mampostería, con espesores de entre 2 mm y 5 mm de espesor, aplicados con llana.

3.2 - Protecciones para muros exteriores.

Tanto en Tucumán como en Buenos Aires se investiga la durabilidad, el comportamiento al desgaste por erosión de agentes atmosféricos, la adherencia al sustrato, aspectos técnico-constructivos (trabajabilidad, herramientas necesarias, mano de obra) y costos relativos de materiales para protección de superficie en cara exterior de los muros exteriores de tierra cruda.

En el campo experimental del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda (Universidad Nacional de Tucumán) se ensaya una lechada cementicia (cemento tipo Portland y arena fina en proporción 1:1 en volumen) de promedio 2,5 mm de espesor. El material se aplicó en dos manos sobre prototipos de muretes de mampostería de adobe tradicional, de adobes cuadrados reforzados con caña tacuara, y de bloques de tierra-cemento Cinva-Ram (Mellace et al 2001)(figura 4), luego de 15 días de fabricados. Las variables de evaluación son el material del sustrato y la orientación de las caras, y la comparación se efectúa en el mismo murete ya que cada cara se protegió sólo en el 50% de su superficie para poder monitorear las lesiones del muro con y sin protección.

Los resultados después de dos años de evaluación enseñan que en el caso del muro de adobe se produce un descascaramiento de la lechada por falta de adherencia y una rápida fisuración por el diferente trabajo (contracción y dilatación, flexibilidad) de la capa y su sustrato. En el caso del muro de bloques comprimidos estabilizados con cemento hay buena adherencia y muy poca fisuración, coincidiendo con el trabajo de juntas, y en general el objetivo de proteger el muro del lavado y erosión por lluvias y humedades se cumple con buen pronóstico. Esta performance se cumple aún para la orientación Sur, la más castigada por la acción de lluvia con vientos fuertes.

En Buenos Aires se ensaya una pintura sobre bloques de tierra-cemento (en dosajes cercanos a 10:1 en volumen). Se aplica con llana, rodillo o proyectado a pistola, en dos manos, sobre el muro; éste, a su vez, puede estar preparado con las juntas enrasadas o bien estar revocado con grueso cementicio alisado.

Se investigan los resultados de su aplicación sobre bloques de tierra-cemento (3% cem. vol) con aditivo químico, en cuanto a resistencia mecánica, fisuración, adherencia, impermeabilidad, costos y estética. Presenta una ventaja de costos significativa comparado con la terminación tradicional de los muros de bloques de hormigón, ladrillo cerámico hueco o ladrillo macizo cocido, ya que elimina el revoque fino o de terminación, el enduido y el fijador de pintura. Se puede terminar liso o texturado, en una gama amplia de colores, en espesores de hasta 1 mm en dos manos.

4- Componentes básicos y elementos constructivos con tierras estabilizadas para contrapisos, pisos, solados y veredas de la vivienda.

Algunas de las soluciones observadas en la vivienda popular incluyen a un alisado y apisonado simple y rústico del piso natural, a modo de “compactado mínimo” del piso con el fin de su limpieza y evitar material suelto en el interior de la vivienda. También es frecuente observar pisos de hormigón de cascotes con un simple alisado cementicio de terminación, de 8 o 10cm de espesor. A partir del diagnóstico se investigan elementos similares con empleo de bajos dosajes de cemento para pisos continuos en forma de fajas, construidos con tierras locales.

En Tucumán y en Santiago del Estero se ensayan prototipos para pisos de tierra-cemento de 8 cm de espesor sobre el piso natural, previamente nivelado y compactado con pisón manual de 15 kg. de peso. Se emplean tierras locales de características areno-arcillosas, tamizadas con malla de 4 mm de lado, estabilizadas en proporciones de entre 6:1 y 9:1 de tierra-cemento en volumen. El material se prepara con la plasticidad necesaria para poder construir fajas de 0,80 m a 1,20 m de ancho por el largo de la habitación (2,60 m a 4,60 m) con ayuda de reglas, y con agua en un 24% al 28% (vol) aproximadamente. Una vez construida cada faja se realiza un alisado final con llana agregando apenas agua, espolvoreando cemento antes que seque, y luego

se realiza el curado durante cinco días. El piso se termina con una pintura lavable aplicada a rodillo en dos manos cruzadas.

En Buenos Aires se trabaja actualmente en el diseño de componentes básicos y elementos constructivos para el ensayo de prototipos de laboratorio.

Estos prototipos comprenden a dos grupos de pisos y solados que en general se basan en la idea de un piso de tierra-cemento continuo con alisado final, y componentes de baldosas y baldosines de varias dimensiones (IACP 1946; IRAM 1972), simples e ínter trabados, de tierra-cemento empleando tierras locales corregidas (figura 5).

La evaluación técnica de los prototipos de laboratorio comprende ensayos normalizados de desgaste por abrasión, permeabilidad por goteo, dureza y resistencia a compresión con probetas y componentes. En la etapa siguiente se prevee el diseño y construcción de prototipos de campo en barrios del Gran Buenos Aires, con participación de comunidades y ONGs.

Este trabajo se realiza desde el Centro Experimental de la Producción de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo-UBA, con el apoyo del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

La gestión, el hábitat social, los prototipos y su transferencia.

En los resultados obtenidos durante las etapas iniciales de la investigación, tanto en contextos urbanos y peri-urbanos del Gran Buenos Aires como de Tucumán, el diagnóstico de situación concluye que el tema de resolver el piso de la vivienda y su entorno no es tan fácil como parece. La situación de pobreza e indigencia que afecta a la población se traslada a cuestiones tales como la terminación, el mantenimiento y el mejoramiento de la vivienda, con repercusiones significativas en cuanto a la higiene, la salud, el confort, la habitabilidad, la estética.

En el caso que trata este trabajo, la resolución de los pisos y solados en la vivienda de interés social, son aspectos que se dejan para lo último, o no se hacen; no se tienen en cuenta o no se valoran. Algunos proyectos y planes estatales, incluso, promocionan la autoconstrucción parcial de la vivienda y dejan que la familia realice las terminaciones de la misma, lo cual incluye con frecuencia a los pisos, solados y veredas.

También los diagnósticos revelan que la iniciativa popular es abundante en temas constructivos, y que se puede observar una gran cantidad de soluciones alternativas de cierta eficacia para resolver este problema.

El fin último de la investigación es insistir con nuevas experiencias sistematizadas para apoyar a los procesos de autoproducción de la vivienda, en particular la de la población bajo la línea de pobreza. La forma de intentarlo se basa en una estrategia de gestión muy participativa, que considere las posibilidades en cada contexto local, articulando los esfuerzos de pobladores, asociaciones comunitarias, ONGs y el sistema científico-tecnológico argentino.

La idea central es seguir trabajando, esta vez con el empleo de la tierra cruda, en la construcción de modelos de tecnología y arquitectura apropiados a los contextos locales en Latinoamérica.

Bibliografía :

IACP-INSTITUTO ARGENTINO DEL CEMENTO PORTLAND (1991). “Suelo-cemento. un material con muchas aplicaciones”. Boletín ICPA N° 139. Buenos Aires.

IACP-INSTITUTO ARGENTINO DEL CEMENTO PORTLAND (1946). “Pliego de condiciones minimas de baldosas”. Rev. Técnica Cemento-Hormigón N° 147. Bs. Aires.

IRAM-Instituto Argentino de Racionalización y Normalización de Materiales (1972). “Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana”. Norma IRAM 1522. Buenos Aires.

MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo. (1996). “Ensayos de suelos-Proyecto de componentes constructivos de tierra cruda. Etapa I: Región NOA, altiplano de Jujuy”. Publicaciones LEME FAU UNT. LEME/PID CONICET 318-92. Tucumán.

MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; LATINA, Stella; ALDERETE, Carlos; SOSA, Mirta; ARIAS, Lucía. (2001). “Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda. Tucumán , Argentina.Etapa II: Prototipos de muros”. Publicaciones LEME FAU UNT. Tucumán.