



## **ENSEÑANZA PARA LA AYUDA, UNA AYUDA PARA LA PRODUCCIÓN. UNA EXPERIENCIA DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS CON TIERRA ESTABILIZADA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE GRADO**

**Darío Medina; Jorge Lombardi; Gustavo Cremaschi; Karina Cortina**

Unidad 3. IDEHAB. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.  
Calle 47 N° 162. La Plata. Buenos Aires. Argentina. CP: 1900  
Tel: 54 221 4236587/ 88/ 89/ 90 Int: 251 unidad3@yahoo.com, dariomedina66@yahoo.com.ar

**Palabras clave:** enseñanza, producción, voluntariado

### **RESUMEN**

La utilización responsable de los recursos naturales para la aplicación, elaboración y desarrollo del hábitat, debe estar acompañada por un genuino y acabado conocimiento de las técnicas de aplicación. Desarrollar conocimiento y destrezas, metodologías de bajo costo y fácil aprendizaje, es de suma importancia para la mejora del hábitat social de sectores de bajos recursos económicos. La producción del hábitat social no se reduce a la aplicación de estas técnicas al mejoramiento de las viviendas, sino también a sus espacios de producción.

Es por esto que en el año 2006 presentamos un proyecto de voluntariado a la convocatoria del Ministerio de Educación de La Nación, con aplicación en el año 2007 del proyecto Construcción de una sala de extracción de miel para la cooperativa apícola Nuevo Horizonte de Río Muerto, Dto. de Figueroa, Santiago del Estero. El programa de Voluntariado Universitario permitió, al grupo de docencia, investigación y extensión, Unidad 3 IDEHAB, desarrollar una experiencia teórico-práctica con tecnologías de suelo cemento y tierra estabilizada con un grupo de alumnos (voluntarios) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata. Durante el periodo comprendido entre mayo y octubre del 2007, en trabajo de campo en la FAU, exploramos prototipos de bóvedas de tierra estabilizada, elementos y componentes.

Otro de los objetivos, de estas experiencias, fue introducir a los alumnos en la práctica constructiva a escala real, poco frecuente en nuestra facultad, haciendo realidad la relación docencia/investigación/práctica constructiva<sup>1</sup>.

La presente ponencia pretende contar la experiencia pedagógica, teórico-práctica, desarrollada por alumnos de la FAU en el proyecto de Voluntariado Universitario, preparatorio en lo técnico y fundamentalmente en la constitución de un grupo humano, exponiendo los objetivos pedagógicos, el proceso realizado y las conclusiones a las que arribamos.

### **1. FUNDAMENTOS**

La utilización responsable de los recursos naturales en cuanto a la aplicación, elaboración y desarrollo del hábitat, debe estar acompañada por un genuino y acabado conocimiento de las técnicas de aplicación. Desarrollar conocimiento y destrezas, metodologías de bajo costo y fácil aprendizaje, es de suma importancia para la mejora del hábitat social de sectores de bajos recursos económicos.

La producción del hábitat social no se reduce a la aplicación de estas técnicas al mejoramiento de las viviendas, sino también a sus espacios de producción y su consecuente impacto en las familias integrantes del sistema productivo que consecuentemente repercutirá en todo su hábitat societario.

En nuestra facultad es escasa la posibilidad de poder formar/capacitar a los alumnos en técnicas y tecnologías no convencionales. La inserción dentro de la práctica pedagógica y su definición programática y curricular es altamente necesaria en estos tiempos de escasas herramientas que den solución adecuada a la problemática habitacional y productiva.

Es por esto que en el año 2006 presentamos un proyecto a la convocatoria de voluntariado del Ministerio de Educación de La Nación, con aplicación en el año 2007 del proyecto "Construcción de una sala de extracción de miel para la cooperativa apícola Nuevo Horizonte de Río Muerto, Dto. de Figueroa. Santiago del Estero".

## **2. OBJETIVO GENERAL**

El programa de Voluntariado Universitario nos permitió al grupo de docencia, investigación y extensión, Unidad 3 IDEHAB, desarrollar una experiencia teórico-práctica con tecnologías de suelo cemento y tierra estabilizada con un grupo de alumnos (voluntarios) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, con los cuales se desarrollo en escala 1 en 1 prototipos de bóvedas de tierra estabilizada.

## **3. OBJETIVO PARTICULAR**

Por un lado ayudar a la cooperativa apícola Nuevo Horizonte con el proyecto y desarrollo constructivo de una sala de extracción de miel, el cual servirá tanto para la cooperativa como para la región circundante

Capacitar a los alumnos, que participarían de la experiencia, en técnicas no convencionales de la forma como pensar los problemas y en como arribar a soluciones accesibles tanto para ellos como para los habitantes cooperativistas de Río Muerto.

Los alumnos necesariamente deberían ser voluntarios por la convocatoria específica y ello conformaba un perfil de estudiante previamente motivado, lo cual nos estableció un perfil de alumnos receptivo a las propuestas pedagógicas a desarrollar.

## **4. LA PRÁCTICA, EL APRENDIZAJE Y LA CAPACITACION**

En el mes de mayo comenzamos con reuniones los días sábados, una vez por semana fuera del cronograma académico los sábados, con las experiencias en técnicas y tecnologías con tierra. La elección de las técnicas y tecnologías aplicables para la región de Santiago del Estero fueron las prioritarias a la hora de determinar cuales deberíamos construir, desarrollamos práctica específica en 6 ejemplos tecnológicos y producimos un prototipo de cada uno, a los cuales les realizamos pruebas de resistencia, manipuleo y comportamiento a las condiciones ambientales de nuestra región.

Santiago del Estero se encuentra en el centro norte de nuestro país, a unos 1300 kilómetros de nuestro centro de estudios, en una región medioambiental calida seca con una escasa precipitación de lluvias y graves problemas de aprovisionamiento de agua potable. Esto conformo una oportunidad de trabajar a la distancia pero con el desafío de conformar un grupo definido por el mismo objetivo, que fue, y es aun, la de llevar adelante la construcción de la sala de extracción de miel para el poblado de Río Muerto.

Como primeros pasos en el aprendizaje realizamos probetas con tierra traída de la región donde íbamos a intervenir de Santiago del Estero.

Las probetas nos ayudarían a conocer su composición, textura y comportamiento a las alteraciones y estabilizaciones a las que queríamos someterla. La tierra fue traída misma se consiguió en unos de los viajes preparatorios y de organización con el grupo de cooperativistas.

Se desarrollaron algunos estudios y prácticas de técnicas de reconocimiento de la tierra de la zona, se clasificaron los diferentes componentes y porcentajes de los mismos, mediante el método visual y el de sedimentación. Se elaboraron dos tipos de probetas, bolitas y rollizos de tierra los que fueron catalogados y estudiado su comportamiento en el paso de los días en las mismas condiciones de humedad (figura 1).



Figura 1 – Probetas con tierra de Santiago del Estero

## Resultados

Según la bibliografía consultada (Bauluz y Barcena, 1998), la respuesta de las probetas establecieron una tierra apta para la elaboración de suelo cemento y construcción de elementos y componentes de tierra y adobe.

## 5. LOS PROTOTIPOS DESARROLLADOS

- Malla plástica, caña y suelo cemento
- Ladrillo de adobe estabilizado
- Media bóveda, malla plástica y suelo cemento
- Dovela de ladrillos de adobe estabilizado
- Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra.
- Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra y encofrado.

### 5.1 La preparación del suelo cemento

Se utilizó tierra colorada de la zona, previamente zarandeada, se colocó 7 partes de tierra, 1 parte de cemento, se mezclaron a pala con el agregado del agua de una cantidad variable ya que depende de la humedad preexistente en la tierra.

### 5.2 Malla plástica, caña y suelo cemento

Para este prototipo montamos un marco de madera elevado, aproximadamente 1 metro de altura, para poder trabajar sin agacharnos demasiado y para poder utilizarlo en experiencias donde tengamos que intervenir desde abajo.

Las herramientas utilizadas fueron: Palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas y serrucho, los materiales utilizados: tierra colorada, cemento, malla plástica y pasto seco.

Colocamos la malla plástica sujeta con un listón que fue clavado al marco, atamos con hilos plásticos las cañas cortadas con el ancho de la red, el sentido de la colocación de cañas fue mantener un ancho fijo para la red plástica y corregir cualquier deformación de la malla (figura 2).

Volcamos sobre el sector medio de la malla la mezcla de barro, cemento y pasto seco. El peso de la mezcla fue conformando la curvatura del prototipo, ya anunciando por el propio peso de la malla y las cañas atadas.

Dejamos fraguar la bóveda por unos días y comenzamos con la tarea de darlo vuelta y poder para la bóveda



Figura 2 – Prototipo de malla plástica, caña y suelo cemento

### Los resultados obtenidos

Al posicionar la bóveda en el piso ambas puntas se quebraron con solo el peso propio, quedando algo más que el 50% de la longitud de la bóveda para los ensayos de peso.

Los ensayos fueron realizados con ladrillos que teníamos en la obra, como era esperado cedió en los puntos mas débiles que ya se habían detectado en la etapa de fraguado

### 5.3 Ladrillos de adobe estabilizado

Elementos utilizados: Grilla de madera como molde

Herramientas: Pala, balde, cuchara, martillo

Materiales utilizados: Listones de madera, clavos, tierra colorada, pasto seco, cemento y agua



Figura 3 – Prototipo de ladrillos de adobe estabilizado

### **El proceso de producción**

Se armaron los moldes para los ladrillos, con listones de madera clavados, teniendo cuidado de dejar las cabezas de los clavos afuera para poder desmoldarlos de manera sencilla, se pintaron los moldes con aceite desmoldante (figura 3).

La mezcla aplicada fue de barro, paja y cemento, que se moldearon con cuchara y apisonados con un pisón de madera de 3 cm por 3 cm.

### **Los resultados obtenidos**

Se obtuvieron ladrillos consistente y de una aceptable resistencia al desprendimiento clásico del desmolde y manipuleo.

### **5.4 Media bóveda, malla plástica y suelo cemento**

Elementos utilizados: Moldes múltiples de madera.

Herramientas: Mezcladora, palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla y serrucho.

Materiales utilizados: Tierra colorada, cemento y pasto seco.

### **El proceso de producción**

En primera instancia se zarandeo la tierra y luego se coloco en la mezcladora conjuntamente con el cemento y el pasto seco.

Se preparo el montículo de tierra con la curvatura requerida para la media dovela a construir.

### **El proceso de montaje.**

Se coloco sobre el montículo un film de polietileno como separador y se proyecto una capa de suelo cemento de aproximadamente 3 cm (figura 4).

Sobre esta capa se extendió la malla plástica y una nueva capa de 3 cm de espesor de suelo cemento alisado con una llana.



**Figura 4** – Media bóveda, malla plástica y suelo cemento

### **Los resultados obtenidos**

Se traslado el elemento y se coloco en posición para recibir esfuerzos, al colocarlo se produjo una fisura en el ancho de la pieza.

### 5.5 Dovela de ladrillos de adobe estabilizado

Elementos utilizados: Moldes múltiples de madera.

Herramientas: Mezcladora, palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla y serrucho.

Materiales utilizados: Tierra colorada, cemento y pasto seco.

#### El proceso de producción

Se zarandeo la tierra, se preparo el pasto y se mezclo con el cemento, para lograr una mezcla homogénea se utilizo una mezcladora eléctrica.

Se preparo el montículo de tierra con la curvatura requerida para la media dovela a construir.

Se construyó el molde para la producción de los ladrillos y posteriormente se volcó la mezcla en el molde que se posiciono sobre un nylon como desmoldante.

#### El proceso de montaje

Una vez fraguado los ladrillos comenzamos la construcción de la dovela sobre el montículo de tierra.

Se posiciono un nylon, como separador, entre la tierra y la dovela, se colocaron los ladrillos con una separación entre ellos de 2,5 cm y en la junta una barra de acero del 4,2 mm como refuerzo (figura 5).

La junta se relleno con un mortero cementicio 1:3



Figura 5 – Dovela de ladrillos de adobe estabilizado

#### Los resultados obtenidos

No se encontraron fisuras superficiales importantes, fundamentalmente entre el mortero cementicio y los ladrillos de adobe, el transporte y posicionamiento en la área de pruebas, realizado por 4 personas, fue algo dificultoso, la resistencia de la piza la transporte fue aceptable con algunos desprendimiento menores en los bordes.

### 5.6. Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra.

Elementos utilizados: Cimbra de madera.

Herramientas: Palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla y serrucho, cinta métrica y lápiz.

Materiales utilizados: 1/4 de cañas, plástico de 100 micrones, alambre, tierra, cemento y pasto seco.

### **El proceso de producción**

Se cortaron las cañas por cuartos con las cuchillas y martillos, debiendo tener cuidado con el desvío que se produce en los nudos y poder tener piezas lo mas rectas posibles.

Luego se dibujo en el piso la curvatura del prototipo y colocamos testigos de caña clavados para poder trenzar el entramado de cañas que sostendrá la malla metálica.

Manteniendo la curvatura final, se ataron con alambre los cruces de cañas y se colocaron dos tensores en la parte inferior de la curva para mantener la forma lograda y no deformar los nudos.

### **El proceso de montaje**

Se posiciono el entramado de caña sobre la cimbra, y se le coloco una malla de alambre atada con alambre en cada cruce de cañas (figura 6).

El llenado del prototipo se realizo desde ambos extremos de abajo hacia arriba, con cuchara, de un espesor de 5 cm.

El curado se desarrollo manteniendo la humedad del prototipo con la cobertura de un nylon. Al retirarlo se encontraron fisura de retracción.



**Figura 6** – Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra

### **Los resultados obtenidos**

Fue desmontada la cimbra luego del fraguado del suelocemento y se produjeron separaciones de las fisuras existentes.

Al retirar completamente la cimbra se produjo el quiebre de las fisuras mayores y su posterior derrumbamiento

### **5.7. Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra y encofrado.**

Elemento utilizado: cimbra de madera.

Herramientas: palas, baldes, carretilla, zaranda, cucharas, martillo, pinzas, tenazas, cuchilla, serrucho, cinta métrica y lápiz.

Materiales utilizados: una plancha de cartón prensado, 1/4 de cañas, plástico de 100 micrones, alambre, tierra, cemento y pasto seco.

### El proceso de producción

Se corto una plancha de cartón prensado en dos para lograr el largo adecuado de la curvatura de la cimbra existente, se preparo la mezcla a usar y se cortaron las cañas para el armado de la trama de cuartos de caña.

Sobre un marco de caña se coloco la cimbra y sobre esta la plancha de cartón, el nylon de 100 micrones como separador, luego el entramado de caña, el metal desplegado, el cual fue atado con alambre al entramado de caña en cada cruce de las mismas (figura 7).

El llenado se realizo desde ambos extremos de abajo hacia arriba, con cuchara de un espesor de 5 cm. aproximadamente.

El curado se realizo manteniendo la humedad del prototipo bajo la cobertura de un nylon. Al cabo de una semana se paso al desmolde del prototipo, se retiro la cimbra, luego las planchas y el nylon, luego de esto y como técnica de terminación se aplico una capa de cemento 1:3.



Figura 7 – Caña, malla de alambre y suelo cemento, con cimbra y encofrado

### Los resultados obtenidos

Al desmoldar nos encontramos con sectores debajo del prototipo que no se llenaron completamente y con fisuras superficiales, no estructurales. Una aceptable estabilidad del prototipo y una mayor rapidez de ejecución.

### 6. CONCLUSIÓN

Las experiencias realizadas son un paso adelante en la inserción de la problemática social y tecnológica en las currículas de nuestros planes de estudios, creemos que esta construcción en lenta pero debe de ser constante, estas experiencias nos sirven para conformar un cuerpo teórico/pedagógico de cómo enseñar/aprender estas técnicas y tecnologías y validarlas en nuestro núcleo de docentes/investigadores/extensionistas y ante la comunidad universitaria y en particular de nuestra facultad, lo cual es importante a la hora de ejecutar

las transformaciones necesarias tanto de inserción curricular como presupuestarias para llevarla a cabo.

Pretendemos proyectar esta experiencia a nuestra estructura curricular, que debe ser articulada por las diferentes áreas y cátedras de nuestra facultad y proyectar estas experiencias en ámbitos de alta vulnerabilidad social, con las herramientas de la autogestión y democratización del saber y el saber hacer, promoviendo con esto un hábitat para todos con inclusión social.

### **BIBLIOGRAFÍA**

BAULUZ DEL RÍO, Gonzalo; BARCÉNA BARRIOS, Pilar. Bases para el Diseño y Construcción con Tapial. MOPT. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. España. 1998.

GONZÁLEZ LOBO, Carlos. Vivienda y Ciudades Posibles. Ministerio de Vivienda. México 2000.

TOGNERI, Jorge. Polémica en la Arquitectura. Espacio Editora. Argentina. 1984

### **NOTAS**

1 – Togneri (1984) e González Lobo (2000). Ambos autores establecen el marco teórico conceptual de nuestra acción y extensión universitaria a la comunidad.

### **AUTORES**

Medina, Dario. Arquitecto. Ayudante de Curso Diplomado Ordinario Taller Vertical de Procesos Constructivos I-II-III FAU- UNLP. Auxiliar Docente Ordinario Taller Vertical de Producción de Obras. I-II-III. FAU-UNLP. Investigador categoría 4 de la Unidad de Investigación N° 3 Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) FAU-UNLP. Evaluador de Proyectos de Extensión Universitaria. Evaluador de Proyectos de Investigación UNLP. AUGM.

Lombardi, Jorge. Arquitecto. Profesor Titular Ordinario Taller Vertical de Procesos Constructivos I-II-III FAU- UNLP. Director de Unidad de Investigación N° 3 Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) FAU-UNLP. Investigador Categoría I Sistema Ínter universitario Nacional. Co- Director de Proyectos de Investigación sobre Tecnología y Gestión de Vivienda Social. Director de Proyecto de Voluntariado Universitario Acreditados por MCYE.

Cremschi, Gustavo. Arquitecto. Profesor Titular Ordinario Taller Vertical de Procesos Constructivos I-II-III FAU- UNLP. Profesor Titular Ordinario Taller Vertical de Producción de Obras. I-II-III. FAU-UNLP. Co-Director de Unidad de Investigación N° 3 Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) FAU-UNLP. Investigador Categoría II Sistema Ínter universitario Nacional. Co- Director de Proyectos de Investigación sobre Tecnología y Gestión de Vivienda Social. Director de Proyecto de Extensión Acreditados por UNLP.

Cortina, Karina. Arquitecta, Becaria Doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina). Integrante equipo de investigación Unidad de Investigación n° 3, Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo [FAU], UNLP. Ayudante de Curso Diplomada FAU, UNLP.