

3^{er}
SIACOT

Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra

LA TIERRA CRUDA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HÁBITAT

MEMORIA

PROTERRA
Proyecto XIV. 6

CRITIC
FAU - UNT

SAN MIGUEL DE TUCUMÁN, 27 DE SEPTIEMBRE AL 2 DE OCTUBRE DE 2004



MEMORIA DEL III^{er} SIACOT

SEMINARIO IBEROAMERICANO DE CONSTRUCCION CONTIERRA

“LA TIERRA CRUDA EN LA CONSTRUCCION DEL HABITAT”



PROYECTO XVI.6 PROTERRA CYTED – HABYTED

CRITiC
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES
DE ARQUITECTURA DE TIERRA CRUDA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



27 de Setiembre - 02 de Octubre de 2004
San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

RESPONSABLES DE LA PUBLICACIÓN

MEMORIA III^{er} SIACOT
“LA TIERRA CRUDA EN LA CONSTRUCCION DEL HABITAT”

San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

Ing. Celia María Martins Neves
Coordinadora Internacional
Proyecto de Investigación XIV.6 “PROTERRA” – CYTED / HABYTED
cneves@superig.com.br

Prof. Arq. Rafael Francisco Mellace
Director
Centro Regional de investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda
CRIATiC
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán
rfmellace@herrera.unt.edu.ar

Coordinación y Compilación
Ing. Lucía Elizabeth Arias - CRIATiC - FAU/UNT

Diseño de portada
Arq. Irene Cecilia Ferreyra - CRIATiC - FAU/UNT

Publicación financiada por
Proyecto de Investigación XIV.6 PROTERRA CYTED-HABYTED
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

Nota

Los artículos publicados expresan el punto de vista de sus autores y no reflejan necesariamente el de las instituciones organizadoras del evento



REALIZACIÓN

CRIATiC

Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda

Secretaría de Posgrado

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

COMISIÓN ORGANIZADORA

Arq. Stella M. Latina

Ing. Lucía E. Arias

Arq. Mirta E. Sosa

Ing. Carlos E. Alderete

Ing. Rafael Soria Nieto

Arq. Rodolfo Rotondaro

Arq. Rafael F. Mellace

PROMOCIÓN

PROTERRA Proyecto de Investigación XIV.6

HABYTED: Sub Programa XIV Viviendas de Interés Social

CYTED: Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

APOYO INSTITUCIONAL

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Secretaría de Bienestar Estudiantil y Apoyo Institucional

Universidad Nacional de Tucumán

APOYO ADMINISTRATIVO

Sra. Silvia Amado de BALMACEDA. Secretaria ITA-FAU / UNT

COMITÉ CIENTÍFICO

Ing. MSc. Célia María Martins Neves. Coordinadora Internacional Proyecto PROTERRA. Investigadora UNEB / CEPED, Brasil

Dr. Arq. Guillermo E. Gonzalo. Director Instituto de Acondicionamiento Ambiental IAA - FAU / UNT

MSc. Arq. Rodolfo Rotondaro. Investigador CONICET - FADU / UBA – Miembro CRIATiC / GTT - FAU / UNT y PROTERRA

Prof. Arq. Rafael Francisco Mellace. Director Instituto de Tecnología Arquitectónica ITA. Director CRIATiC / GTT. Miembro PROTERRA



A - PRESENTACION



PRESENTACION

Satisfacer la creciente demanda de vivienda en los países de la región es uno de los mayores desafíos que los respectivos poderes públicos deben enfrentar en el campo social. Dado que el problema del déficit habitacional abarca invariablemente aspectos políticos, económicos, sociales y tecnológicos, la oportuna consideración de alternativas tecnológicas a partir del diseño y uso adecuado de espacios, materiales y procesos, posibilitaría producir un hábitat más digno y de menor costo para amplios sectores de la población más necesitada.

No obstante los impresionantes avances científicos producidos en el campo de la ciencia y de la tecnología, paradójicamente, la humanidad afronta en la actualidad diversos problemas críticos, como la pobreza y la degradación del medio ambiente -entre otros- que afectan a su conjunto. En este marco, la revitalización y perfeccionamiento del uso de la tierra como un material de construcción que demostró su versatilidad por siglos en todo el mundo, adquiere singular relevancia frente al desafío que implica para los países en desarrollo la resolución del creciente déficit de viviendas, directamente asociado a la carencia de recursos de la población.

En efecto, el reconocimiento del material y el dominio de técnicas adecuadas a cada contexto ambiental, social y cultural, constituyen una eficaz alternativa para la producción del hábitat de bajo costo, contribuyendo a satisfacer urgentes necesidades de nuestros pueblos.

Concordante con los fines específicos del Proyecto PROTERRA y del CRIATiC, ambas instituciones mancomunaron su esfuerzo para desarrollar el Tercer Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, auspiciado por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán.

Como en sus predecesores de Bahía, Brasil y Madrid, España, el principal objetivo del III^{er} SIACOT es difundir los avances registrados en las investigaciones tecnológicas, en la innovación de propuestas de diseño y en la producción y conservación de la arquitectura de tierra, a la vez de estimular el intercambio de experiencias, propiciar y fortalecer las relaciones técnico-científicas entre organismos, centros y profesionales vinculados a disciplinas afines en toda Ibero América.

El esfuerzo compartido permitirá sin dudas, el desarrollo de modelos ambientales y sociales, económica y tecnológicamente sustentables que redundará en el mejoramiento del hábitat y, con ello, en la calidad de vida de nuestra población.

Prof. Arq. Rafael F. Mellace
Director CRIATiC



B - PROGRAMA



PROGRAMA DE ACTIVIDADES

III^{er} SEMINARIO IBEROAMERICANO DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Día 1 – Lunes 27

Teatro Alberdi: Crisóstomo Álvarez 899

08:00	Recepción, Inscripción, Registro y Acreditación
09:00	Acto de apertura
11:00	Conferencia Magistral: Arq. Alfonso Ramírez Ponce, México
12:00	Vino de honor

Facultad de Arquitectura y Urbanismo: Av. Roca 1800

15:00	Conferencia: Ing. Célia Neves - Brasil
PRIMERA SESIÓN Arquitectura de Tierra: Conceptualización y estado del arte	
15:50	CONSIDERACIONES PARA UNA ARQUITECTURA MODERNA DE ADOBE. Ing. Civil Urbano Tejada Schmidt - PERÚ
16:15	REFLEXIONES SEMIOLÓGICAS SOBRE EL PATRIMONIO CONSTRUIDO EN TIERRA. Lic. Mabel Fabrega-ARGENTINA
SEGUNDA SESIÓN Arquitectura de Tierra: Medio ambiente y sustentabilidad	
16:40	10 VIVIENDAS BIOCLIMÁTICAS / AMAYUELAS DE ABAJO. Arq. Carmen del Rey Vieira – Arq. Jorge Silva Uribarri- ESPAÑA
17:05 Pausa – Café	
17:30	BIOARQUITECTURA Y SUSTENTABILIDAD: La Arquitectura desde un enfoque ecologista, una visión integradora del hombre, el ambiente y la salud en el marco de la sustentabilidad. Arq. Nicolás Bechis-Arq. Daniela Verzeñassi - ARGENTINA
17:55	UNA EXPERIENCIA DESDE ESTUDIANTES. Proyecto Hornero- URUGUAY
18:20	ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA UTILIZACIÓN DE LA TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HÁBITAT. Arq. Elio Di Bernardo-ARGENTINA
18:45	LA TIERRA CRUDA Y LA CONSTRUCCIÓN DEL HÁBITAT EN EL DESIERTO DEL NORESTE MENDOCINO: Estrategias para el desarrollo local sustentable. Arq. Gabriela Pastor- Lic. Elena Abraham- Lic. Laura Torres- Dra. Elma Montaña – Ing. Eduardo Torres- ARGENTINA
19:10	Mesa panel de expositores

Día 2 – Martes 28

08:30	Conferencia: Dr. Arq. Silvia Cirvini - Argentina
09:20	SUSTENTABILIDAD DIFERENCIAL DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS A BASE DE TIERRA CRUDA: Arq. María Lombana.- ARGENTINA
09:45	ARQUITECTURA DE TIERRA. MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD ¿Sustentabilidad o adaptabilidad? en los pobladores de Susques, noroeste de Argentina. Arq. Adolfo Rodrigo Ramos –Arq. Andrés Nicolini- Arq. Carlos Demargassi –Arq. Juan Carlos Marinsalda- ARGENTINA
10:10 Pausa – Café	

TERCERA SESIÓN	
Arquitectura de Tierra: Tecnología, sismo resistencia y durabilidad	
10:30	¿VIVIENDAS SISMORRESISTENTES DE TIERRA? Arq. Marcial Blondet- Arq. Gladys Villa García. PERÚ
10:55	LA RESISTENCIA SÍSMICA DE LAS ARQUITECTURAS DE ADOBE. Arq. Horacio Saleme- Arq. Susana Comoglio- Ing. Arturo Terán- ARGENTINA
11:20	TIPOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA ZONA SEMI-ÁRIDA DEL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO. Dr. Arq. Rubén Salvador Roux Gutiérrez – MÉXICO
11:45	Mesa Panel de expositores
12:30 Pausa – Almuerzo	
15:00	Conferencia: Arq. Eduardo Salmar - Brasil
15:50	LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL VALLE CALCHAQUÍ, TUCUMÁN. UNA PROSPECTIVA CONSTRUCTIVA? Arq. Mirta E: Sosa - ARGENTINA
16:15	ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DE TIERRA CONSTRUIDA EN EL ÁRIDO SANJUANINO POR PUESTEROS GANADEROS. Arq. Guillermina Re- Arq. Irene Blasco Lucas – Arq. Osvaldo Albarracín - ARGENTINA
16:40	PISOS Y SOLADOS CON TIERRA ESTABILIZADA. Prototipos para la vivienda de bajo costo. Arq. Alex Schicht- Arq. Juan Carlos Patrone- Arq. Rodolfo Rotondaro- ARGENTINA
17:05 Pausa - Café	
17:30	ARQUITECTURA DE TIERRA Y TECNOLOGÍA EN EL NOROESTE ARGENTINO. Diseño por durabilidad de revoques y revestimientos en construcciones de tierra. Arq. Rodrigo Ramos- ARGENTINA
17:55	POSIBLES ALTERNATIVAS EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE ADOBES TRADICIONALES. Arq. Irene C. Ferreyra- Arq. Stella Maris Latina - Ing. Industrial Rafael Soria Nieto- Arq. Rafael F. Mellace - ARGENTINA
18:20	OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BTC- Ing. Civil Lucía E. Arias- Ing. Civil Carlos E. Alderete – Arq. Rafael F. Mellace-ARGENTINA
18:45	Mesa panel de expositores
19:00	Homenaje in memoriam Ing. Custodio Soria Bravo. Presentación libro Dr. Arq. Silvia Cirvini

Día 4- Miércoles 29

08:30	Conferencia: Arq. Mariana Correia - Portugal
09:20	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BTC SEGÚN DISTINTOS ESTADOS HÍDRICOS. Ing. Civil Lucía E. Arias- Ing. Civil Carlos E. Alderete – Arq. Rafael F. Mellace-ARGENTINA
CUARTA SESIÓN	
Arquitectura de Tierra: Conservación del patrimonio; investigación, intervención y difusión	
09:45	UN PLAN DE INTERVENCIÓN PARA RESGUARDAR NUESTRO PATRIMONIO ANTE UN EVENTO SÍSMICO. Arq. Ana María Moykens- Arq. Patricia Gramajo- ARGENTINA
10:10 Pausa – Café	
10:30	ARQUITECTURA CON TIERRA DENTRO DE LA CIUDAD DE SAN JUAN, ¿QUIÉNES LA CONSTRUYEN HOY? Arq. Sergio Mut Sande -Carlos Edgardo Gómez Osorio -ARGENTINA

10:55	ARQUITECTURA DE TIERRA Y PATRIMONIO EN EL NOROESTE ARGENTINO. Monitoreo y evaluación de las restauraciones efectuadas en la Iglesia de Susques. Arq. Rodrigo Ramos- Arq. Andrés Nicolini-ARGENTINA
11:20	CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO EN TIERRA: vigencia de una tradición constructiva o constructiva de una tradición. Arq. Juan Carlos Marinsalda-ARGENTINA
11:45	Mesa Panel de expositores
12:30 Pausa – Almuerzo	
15:00	Conferencia: Arq. Marcial Blondet - Perú
15:50	AEVOLUÇÃO NO ESTUDO DO DESENHO DE CASAS CONSTRUÍDAS EM TAIPA DE PILÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO APÓS A DÉCADA DE 80 -Arq. Fernando César Negrini Minto- BRASIL
16:15	CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DO PAU-A-PIQUE NO BRASIL Arq. Mônica Cristina Henriques Leite Ofender. BRASIL
16:40	CONSOLIDACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES. El caso de la Capilla de Merlo- San Luis. Ing. Civil José Gómez Voltan- Dr. Arq. Silvia Cirvini- ARGENTINA
17:05 Pausa - Café	
17:30	CONSERVACIÓN DE CENTROS HISTÓRICOS-IMPORTANCIA DEL PATRIMONIO MODESTO. Arq. Ana Isabel Lozano-ARGENTINA
17:55	ESTRATÉGIAS NA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO EM TERRA. Arq. Mariana Correia -PORTUGAL
QUINTA SESIÓN Arquitectura de Tierra: Proyectos ejemplares: diseño, construcción y evaluación post-uso	
18:20	VIVIENDA ECOLÓGICA PROTOTIPO. Arq. Rosendo M. Dantas Tagliani- ARGENTINA
18:45	Mesa panel de expositores

Día 4 – Jueves 30

08:30	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. Arq. Juan Carlos Patrone- Ing. Industrial Mariano Cabezón. ARGENTINA
08:55	ARQUITECTURA DE TIERRA. Proyecto de investigación aplicada. Arq. Ana L. Orcola. ARGENTINA.
09:45 Pausa - Café	
10:10	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ALDEAS RURALES ESCOLARES. Ing. En Const. Ariel González- Geólogo Jorge Casarotto- Arq. Carolina Rodríguez-Cristian Díaz- Soledad Erpen. ARGENTINA.
10:35	ESTANCIA LOS CUARTOS- EVALUACIÓN POS-USO. Tafí del Valle, Tucumán, Argentina. Arq. Stella Maris Latina- Ing. Industrial Rafael Soria Nieto- Arq. Rafael F. Mellace- ARGENTINA
11:00	EXPERIENCIAS REGIONALES CON TIERRAS BORATADAS. Ing. Emmel Castro Vidaurre - Arquitecto Antonio Mauricio Pellegrini –Ing. Leonardo Serapio y alumno becario del C.I.U.N.Sa. Jorge Sajama y otros. ARGENTINA

11:25	VIVIENDA DEMOSTRATIVA POR AUTOCONSTRUCCIÓN PARA PUESTEROS DE GANADO CAPRINO EN EL DEPARTAMENTO DE 25 DE MAYO. Arq. Arturo Pereyra- Arq. Alejandra Dubos- Arq. Alicia Pringles- Ing. Mary Saldívar- Arq. Norma Merino- Arq. Osvaldo Albarracín- Arq. Irene Blasco. ARGENTINA
11:50	Mesa panel de expositores
12:30 Almuerzo	
SEXTA SESIÓN Arquitectura de Tierra: Educación, formación y capacitación de recursos humanos	
15:00	UNA EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA CURRICULAR. LA CONSTRUCCIÓN EN TIERRA. Arq. Duilio Amándola- Arq. Mauricio Gutiérrez Porley. URUGUAY
15:25	CAPACITACIÓN Y GESTIÓN PARTICIPATIVA PARA FABRICAR BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA. "El progreso", Bancalari, Buenos Aires. Arq. Rodolfo Rotondaro- Arq. Julio Clavijo- Oscar Serrano. ARGENTINA
15:50	MECANISMOS PARA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA HABITAÇÃO E A EXPERIÊNCIA DO PROJETO PROTERRA. Ing. Civil Célia M. Martins Neves. BRASIL
16:15	PROJETO NOSSA CASA: ARQUITETURA DE TERRA E PARTICIPAÇÃO SOCIAL. Arq. Natália Lelis – Arq. Pedro de Novais Júnior. BRASIL
16:40	FABRICACIÓN SOCIAL, APLICANDO TÉCNICAS PARTICIPATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CRUDA. - Escuela Técnica N° 1 Famaillá- Ing. en Const. Juan Antonio Nazur. ARGENTINA
17:05 Pausa- Café	
17:30	TALLER DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA. Ing. Civil Federico A. Olmedo - PARAGUAY
17:55	Mesa Panel de expositores
18:30	Clausura Seminario

C – CONFERENCIAS



TECNOLOGIA E HISTORIA

Arquitectura vernácula en la Región de Cuyo - Argentina

Dra. Arq. Silvia Augusta Cirvini

Introducción

La modernización como proceso generalizado sobre la cultura material durante el siglo XX, produjo un impacto sobre el espacio urbano y territorial. Hablar de arquitectura vernácula supone ocuparse de una fracción singular dentro de la producción arquitectónica, donde ha permanecido gran número de particularidades (formales, tecnológicas y constructivas), resistentes a los fenómenos de homogeneización que trajo aparejadas la estandarización en la construcción.

Como es universalmente aceptado, la noción de "vernáculo" implica la consideración de ciertas condiciones en la producción de las obras. Se trata de obras y prácticas constructivas ligadas a un saber popular, con escasa o nula mediación profesional en cada una de las etapas de la producción. Se utilizan materiales del lugar y tecnologías adecuadas a las características bioclimáticas del sitio.

En la región de Cuyo (Argentina) estas condiciones particulares del campo arquitectónico, se subordinan a otras de marco más amplio que engloban a toda la producción material y determinan los grandes caracteres culturales del oasis, como son la aridez del clima y la alta sismicidad.

Esta conferencia expone una síntesis de estudios sistemáticos: históricos, de relevamiento, de restauración, etc., realizados a lo largo de varios años sobre este tipo de obras, que por su originalidad y autenticidad representan una porción muy valiosa del patrimonio arquitectónico de la región y en la mayoría de los casos, también la porción más vulnerable y con mayor riesgo de pérdida.

La investigación histórica en torno a la arquitectura vernácula en la región, ha servido en nuestro caso, para conformar un corpus conceptual y de información al cual se pueda apelar al elaborar proyectos de restauración. También nos ofrece un sustento y una base muy valiosa para el desarrollo de investigación aplicada en el mejoramiento del material dirigido a su utilización en nuevas construcciones. En este sentido el desarrollo de tecnología en torno a la tierra como material de construcción es el punto



ineludible de articulación entre pasado y presente, el punto en el cual se ligan la historia y los monumentos con las prácticas actuales de la construcción y la utilización de la tierra cruda estabilizada en nuevas construcciones.

En el caso de Cuyo la alta sismicidad local, la predominancia absoluta de los materiales y tecnologías del material tierra y las condiciones del clima ubican a nuestros monumentos históricos en una situación de particular vulnerabilidad. En las provincias de Mendoza, San Juan y San Luis el 77 % de los MHN están contruidos con tierra cruda y más del 80% se halla en la franja de mayor peligrosidad sísmica.

Esta situación nos obliga a ser más cautelosos en el mantenimiento de las obras y a actuar en lo posible en la faz preventiva. Es indispensable contar con relevamientos precisos y diagnósticos del estado estructural de las obras. Los proyectos requieren de un estudio particular, que atienda a estas circunstancias especiales y su ausencia implica a veces un deterioro en progresión geométrica y pone en riesgo la conservación de la materialidad física de los bienes.

La arquitectura vernácula de la Región de Cuyo

Panorama general

La región de Cuyo, con Mendoza como ciudad principal, posee características propias que le otorgan una identidad particular dentro del territorio argentino. Desde la fundación española a mediados del siglo XVI, su desarrollo ha estado fuertemente condicionado por dos factores inherentes al soporte físico natural: a) la aridez de un medio físico desértico y b) la alta sismicidad de la región.

El manejo empírico de materiales y tecnologías tradicionales, desde la época colonial hispánica, dio como resultado un tejido homogéneo tanto en la ciudad como en su periferia agrícola. Las construcciones eran muy bajas, siempre de un solo piso, de gruesos muros de adobe o adobón (tapia) con aberturas pequeñas, techos de caña y barro sobre tirantes o palos de madera. La arquitectura vernácula mendocina se ha caracterizado en términos generales por dos factores: el desarrollo predominante de arquitecturas de tierra sin cocer y la baja altura de la edificación, por lo general de un solo piso. Los materiales disponibles de un medio natural árido eran el barro, la caña, los vegetales de los bordes de ríos y lagunas y la muy escasa madera de la flora autóctona y más tarde de los frutales y especies arbóreas traídas por los españoles. Precisamente la falta de



madera incidió doblemente en las tradiciones constructivas hasta el siglo pasado.

Por una parte, esta carencia dificultó hasta mediados del siglo XIX, la instalación de hornos para la cocción de ladrillos, por la otra, la falta de maderos de cierta longitud para cubrir luces entre 3 y 6 metros, promovió el desarrollo de curiosas techumbres como las bóvedas en barro, con o sin estructura de madera de sostén.

Entre fines del siglo XVIII y principios del XIX se produjeron importantes cambios en la vida cultural y económica de la región que tuvieron un impacto notable en lo arquitectónico y lo territorial. La consolidación del oasis agrícola, la disponibilidad de madera de los mismos cultivos (frutales y olivos) y la introducción de algunas especies que alcanzaron gran difusión como el álamo posibilitaron modificaciones importantes en la arquitectura del siglo XIX.

Las construcciones se fueron aligerando y modulando progresivamente; aparecieron las columnas y soleras de madera en las tradicionales, en lugar de los sólidos pilares con arquerías de épocas anteriores. Desaparecieron también las cubiertas de bóvedas y los techos de pronunciada pendiente, a dos aguas, porque la madera del álamo hacía posible cubrir luces importantes.

El terremoto de 1861, que fue altamente destructivo, incidió en las características de la producción arquitectónica posterior, particularmente de la ciudad y sus alrededores. Después del “gran terremoto” la mayoría de los pobladores continuó construyendo con sistemas de tierra sin cocer - aunque con ciertas innovaciones -, porque se los consideraba más elásticos, con materiales más económicos y disponibles y cuyo manejo implicaba una tecnología al alcance de todos.

Las innovaciones tecnológicas consistieron en el agregado de estructuras resistentes de madera, limitando muchas veces el empleo del *adobe* y la *quincha* a los muros de cierre o tabiques. Las obras producidas en esta etapa de fines del XIX cubren una gama de variantes donde se combinan los sistemas de tierra tradicionales (en particular el adobe), los alivianados de quincha y los entramados de madera. También se advirtió entonces la conveniencia y la importancia de dotar a los edificios de una estructura de vinculación entre sus partes: en los encuentros de muros aparecen las “llaves” de madera, entre techos y muros la viga “collar” o “collarín”, se generaliza el uso de las vigas de dintel en las aberturas, etc.



Si bien la edificación continuó siendo baja, de un solo piso, estas modificaciones constructivas tuvieron sus efectos en las formas espaciales: tanto las plantas como las fachadas tendieron progresivamente a la simetría y la modulación. Estos cambios se alimentaron de la nueva tradición cultural de los inmigrantes, tanto italianos como franceses que llegaban en gran número a la región a partir de 1880.

La tradición cultural criolla (colonial y poscolonial)

La arquitectura es de tipo mediterránea, baja, de un solo piso, de sistemas y tecnologías de tierra: muros de adobe o tapia con techos de madera, caña y torta de barro. En zonas urbanas los edificios son casi ciegos hacia el exterior, con escasas aberturas pequeñas, y la vida se desarrolla hacia el interior en torno a patios y huertas, de un microclima especial por la vegetación y el agua en contraste con la aridez del medio natural. Las plantas de las viviendas se organizan a partir de la combinación de simples hileras de habitaciones de usos indiferenciados, con galerías abiertas de arcos con pilares de mampostería o madera, con techos de cubiertas cupulares o inclinados de pronunciada pendiente. La arquitectura colonial no manifiesta expresamente una intención estética, sino que predomina una fuerte sujeción a las condicionantes del clima y los recursos disponibles del medio natural.

La producción arquitectónica de esta época, de la cual se conservan testimonios en la actualidad comprende las siguientes tipologías:

- **VIVIENDAS :**

El carácter agrícola y la baja densidad de la ciudad determinaron que fueran escasas las diferencias entre las viviendas urbanas y las de la periferia rural. Las plantas en forma de L, de U o de T invertida, surgieron de la alineación de habitaciones casi idénticas y de uso indiferenciado. Las galerías adosadas, llamadas "corredores" en esa época, tenían en áreas rurales una disposición más libre (doble galería, galería frontal) que en la ciudad, donde este elemento aparecía generalmente introvertido.

Los espacios abiertos o semiabiertos como patios y galerías tenían un papel central en la vida cotidiana. El aprovechamiento máximo de la luz solar determinaba que estos espacios fueran utilizados durante el día como lugares de estar y áreas de trabajo doméstico.



Los edificios más antiguos tenían cubiertas abovedadas.

- **CAPILLAS :**

Son edificios de emplazamiento rural, de uso religioso a veces de tipo misional. En general forman parte de un conjunto con vivienda, campanario y cementerio. Las plantas son angostas y profundas y en la mayoría de los casos tienen un área cerrada que se usaba como oratorio y otra abierta (galerías o atrios) para catequesis u oficiar misas a una población numerosa de indígenas o campesinos.

- **MOLINOS**

Son construcciones rurales, muy simples volumétricamente, de tipo agro-industrial, que testimonian la etapa cerealera de la economía de la región, anterior al desarrollo de la industria vitivinícola. Estaban ubicados sobre cursos de agua ya que utilizaban la energía hidráulica para moler el grano. Son muy pocos los molinos que se conservan porque el abandono de la actividad cerealera, y la conversión hacia la agroindustria vitivinícola, llevó a la transformación económica y espacial de estos establecimientos y a la frecuente desaparición de los molinos.

La tradición "gringa" (modernización, inmigración)

Hacia mediados del siglo XIX, comienzan a producirse modificaciones de la tradición "criolla", proveniente de la época colonial, tanto en relación a las formas y estructuración espaciales, como a las tecnologías. Los cambios se originan en el gran dinamismo que adquiere el proceso histórico donde tanto la arquitectura como la ciudad se vieron sacudidas por los fenómenos de modernización cultural y la inmigración europea promovida desde el estado nacional.

En Mendoza, el terremoto de 1861 aceleró en gran medida los cambios porque significó una ruptura brusca con el pasado en cuanto a la materialidad alcanzada luego de tres siglos de vida urbana, lo cual dio lugar a una renovación casi total de la arquitectura de la ciudad.

Desde mediados del XIX comienzan a llegar varios técnicos, vinculados por lo general a las obras públicas, cuyo número se incrementa luego del terremoto de 1861. En su mayoría italianos, este primer grupo de inmigrantes promovió dentro de los límites de la región importantes innovaciones en los modos de construir, como el uso del ladrillo cocido y de estructuras resistentes de madera.



Una segunda etapa es la que se desarrolla a partir de 1885 con la llegada de contingentes – en particular de italianos - cada vez más numerosos y en forma sostenida hasta 1914. Las viviendas, tanto rurales como urbanas se organizan sobre la base de la regularidad y la simetría y se sistematizarán esquemas tipológicos que se repiten durante décadas, dando una gran homogeneidad a la morfología urbana. La presencia italiana es notoria en la modulación y métrica de las fachadas, las proporciones clásicas de las bodegas, el uso del ladrillo a la vista y los numerosos elementos ornamentales y decorativos. La presencia francesa, en cambio, menos significativa en número que la italiana, se torna evidente en la incorporación a las tradiciones constructivas locales de tecnologías combinadas de estructuras de maderas, entramados y cerramientos de tierra.

- VIVIENDA URBANA

La casa en “hilera”, llamada también casa “chorizo”, es el resultado de un proceso de síntesis entre la tradición criolla de casas solariegas, de patios, galerías y huertas y el aporte cultural de la inmigración italiana que adapta a las nuevas condiciones de producción, en lotes urbanos estrechos y profundos y con un ordenamiento espacial tanto de las plantas como de las fachadas más riguroso y modulado. Este tipo de vivienda se dio tanto en zonas urbanas de las ciudades como de pequeños centros o poblados rurales y alcanzó una notable difusión no sólo en la región sino en todo el país.

La tipología de la “casa chorizo” tiene una gran versatilidad y se adaptó a distintas situaciones urbanas y diferentes épocas.

- VIVIENDA RURAL

Con la inmigración masiva se generalizó el sistema de “contrato” para el trabajo agrícola de los cultivos de la vid, los frutales, olivos, etc. Este sistema consistía en que el propietario entregaba su finca, o una fracción de ella a una persona para que la trabaje a cambio de una retribución mínima y un porcentaje de la producción.

Las típicas casas de los contratistas, entre quienes predominaban los italianos, poblaron las fincas de toda la periferia agrícola. El esquema de la planta consiste en un rectángulo de doble hilera de habitaciones con un vestíbulo abierto sobre el lado mayor. Las habitaciones forman una “U” invertida y puede tener adosada en la parte posterior una galería. El vestíbulo, techado y con un par de pilares que marcan el acceso, sirve para comunicar todos los ambientes entre sí. La cocina puede ubicarse en

una de las habitaciones laterales, mientras que el baño es siempre una letrina separada de la casa.

- **BODEGAS**

Son los edificios industriales más típicos y representativos de la región. Producto del desarrollo industrial de la vitivinicultura a fines del siglo XIX, estos grandes edificios se convirtieron en el síntoma visible del crecimiento económico y el progreso. La bodega es esencialmente un depósito de vino, que se levantaba siempre a nivel de terreno, aunque a partir de 1885, empiezan a tener sótanos de uno o varios niveles.

Los edificios más antiguos tenían el aspecto exterior y la volumetría similar a la de los molinos (Por ejemplo Panquehua – Las Heras – Mendoza) De planta rectangular, angostos y profundos, tenían cimientos de piedra, muros de adobe o tapia y techos de tijerales de madera de la región. La plástica exterior es muy austera, sin ningún tipo de modulación y tratamiento de las fachadas. Hacia fines de siglo, las bodegas de impronta "italiana" son también edificios prismáticos simples pero han variado notablemente las dimensiones y las proporciones (en planta y en altura) y el tratamiento plástico de las fachadas.

La mayoría de los edificios de valor patrimonial público más antiguo que posee Argentina, están contruidos en mampostería de adobe y tapia. En algunas regiones, como el Noroeste y Cuyo, este patrimonio alcanza cifras muy altas, entre el 75 y el 90% del total de los Monumentos Históricos declarados como tales. Este patrimonio, es el más vulnerable a erróneas intervenciones, el más afectado por la irrupción de técnicas y materiales modernos, agresivos y contradictorios al mensaje histórico de autenticidad que atesoran las obras en sus componentes materiales y tecnológicos.

Estas reflexiones buscan acercar problemáticas que frecuentemente se abordan aisladas: por una parte, la restauración de monumentos y el uso actual de la tierra para nuevas construcciones; por la otra la investigación histórica ligada a la investigación tecnológica en la construcción de un hábitat ecológicamente apto y equilibrado y culturalmente significativo.



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

Autor

Silvia Augusta Cirvini: Arquitecta, Doctora en Arquitectura, Investigadora del CONICET, Directora de la unidad “Ciudad y Territorio”, INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales), CRICYT – Mendoza. Ha desarrollado una importante labor en investigación histórica en torno de la arquitectura y el urbanismo de los siglos XIX y XX y en investigación aplicada y transferencia vinculada al campo de la preservación del Patrimonio Cultural Ambiental. Su producción escrita reúne más de medio centenar de trabajos publicados que comprenden: artículos en revistas nacionales y extranjeras, libros en forma individual o colectiva, informes, publicaciones en CD, pág. web, etc. Desde hace varios años dirige una unidad de trabajo dedicada a la investigación histórica y tecnológica en torno a las arquitecturas y sistemas constructivos tradicionales para su aplicación al campo de la restauración de edificios en áreas sísmicas.



LA PRAXIS DE LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EM LA UNIVERSIDAD: UNIMEP – BRASIL

Arquitecto Ms. Eduardo Salmar

¿Porqué y para quiénes realizamos estos proyectos en la Universidad?

Para responder a estas cuestiones es preciso adoptar una mirada holística del tema vivir en armonía en la Tierra y siempre intentar proponer soluciones de largo plazo para la construcción de la arquitectura. Sabemos que los cambios de conciencia, de actitudes, de hábitos de vida toman generalmente mucho tiempo, más llegan conforme a la necesidad que los desencadena.

Este artículo trata de presentar una propuesta de desarrollar un curso de construcción dentro de una Facultad de Arquitectura en donde es crucial mantener esa relación entre el uso del material y la concepción del espacio.

Se trabaja principalmente con materiales naturales porque pensamos que el uso de ellos derivará en una conciencia de reciclaje y de protección de la naturaleza así como crear una relación más sentida entre el morador y su morada.

Se plantea el uso del ingenio para resolver problemas constructivos con miras a producir un arquitecto con herramientas suficientes para diseñar y crear dialogando con el material del cual conoce su comportamiento y experimenta sus posibilidades técnicas, estructurales, sensoriales, estéticas y etc.

La construcción que realizamos: un prototipo en escala real en el campus fue fundamental, pues experimentamos la íntima relación entre el diseño y la ejecución de la obra. Pensamos que es una bonita manera de que el alumno se apasione por la Arquitectura.

En esta versión 99, trabajamos sistemas constructivos que actualmente son utilizados en Perú y en Brasil, a través de la valorización de la inteligencia constructiva contemporánea con el material tierra empleando los sistemas: quincha, pau-a-pique, solocimento, bloques de adobe, tierra-paja y BTC.



Los responsables del curso fueron los profesores Eduardo Salmar (UNIMEP, Brasil) y Javier Bonifaz (UPC Lima , Perú) en el marco del intercambio Cátedra UNESCO, Convenio UNIMEP/ CRATerre-EAG/ Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Fue desarrollado con la asistencia de

65 alumnos divididos en dos secciones con una carga horaria de 4 horas por semana cada una y una duración total de 68 horas por sección.

Un método de enseñanza: Aprender haciendo... y reflexionando.

Más allá del producto físico y de la experiencia constructiva realizada en este semestre en la FAU-Unimep, más allá de la importancia de registrar las imágenes y actividades acontecidas, el centro de gravedad de esta propuesta gira entorno de una preocupación por mantener una línea consciente del uso adecuado de los materiales para producir el espacio.

Consciente, en el sentido de una responsabilidad con nuestro espacio habitable, la Tierra, sus recursos naturales, sus energías y sus posibilidades estéticas. Consciente en el sentido de buscar un relacionamiento más afectivo con nuestros antecesores y descendientes así como toda especie orgánica e inorgánica de las cuales dependemos para nuestro equilibrio real.

Colocar al hombre como finalidad de todo proceso proyectual desencadena peligro para una convivencia estable con el medio-ambiente, mas ahora, es preciso pensar en el espacio natural entendido como entidades y organismos vivientes interrelacionados, como finalidad de nuestros proyectos.

Entender que trabajando con y para la naturaleza es una vía lógica para un desarrollo sostenible.

El aprendizaje práctico de la construcción para los alumnos es fundamental para conocer las propiedades y posibilidades de los materiales.

Para poder diseñar una edificación, necesitamos conocer no solamente con qué material vamos a construir sino también:

- qué podemos crear con ese material,
- hasta dónde pueden ser usadas sus cualidades plásticas y físicas,
- cuál es su expresión natural y de qué manera conseguir un ambiente confortable con esto,
- cómo podemos contribuir con el medio-ambiente reciclando lo posible para evitar la producción de desmonte contaminante.



La construcción de un prototipo en escala real é vivenciada por el alumno a través de los pasos siguientes:

- manipulación de los materiales,
- ejercicios de la organización de la cantera de la obra,
- ejecución de proyectos de detalles constructivos para el cantero,
- mediciones y verificación de los resultados prácticos obtenidos.

Este proceso de retroalimentación del proyecto es tan importante que pasa a constituirse en un ciclo sin fin en la vida profesional del futuro arquitecto, el cual se convierte casi siempre en un mejorador de tecnologías.

Culturas y Arquitectura de Tierra

Lógica constructiva es una cualidad que se adquiere a través del ejercicio de saber-hacer. La construcción en sí es un conjunto de acciones constituidas por etapas, procesos, gestos, experimentos intuitivos, etc...La lógica constructiva es la manera en que estas etapas son planificadas, preparadas y ejecutadas para producir una estructura destinada a albergar. Es también la manera en que los materiales y las acciones son aprovechados de una manera inteligente y eficiente dentro de criterios ambientales y climáticos.

Estas lógicas constructivas ya existen y han sido trabajadas durante milenios por nuestros antepasados.

La referencia está allí en la arquitectura vernacular, en donde se experimentaron diferentes soluciones constructivas, creándose un curso tecnológico de diálogo con los materiales, con la cultura, los recursos naturales disponibles, el clima, la economía del lugar, etc.

En cada región del mundo existe una arquitectura particular que se adaptó al medio geo-cultural a través de los años; la tecnología con que ella se adaptó creó un sistema de trabajo, este se integró al ritmo de la comunidad y forma parte del rito de crear un abrigo.

Más allá de preservar la cultura constructiva de un pueblo por un simple romanticismo, creemos que es de vital importancia analizar cuidadosamente algunos factores que dentro de un marco amplio de visión deberíamos considerar.

Bajo la mira del impacto ambiental, por ejemplo, el producto arquitectura vernacular tiene ventajas en estos aspectos importantes, a saber:



- se minimiza el consumo de energía tanto en la producción de materiales constructivos (utiliza materiales no transformados industrialmente), tanto en la economía de transporte (utiliza los recursos de la región).
- la utilización eficiente de materiales adaptados al clima local crean ambientes de regulación térmica y acústica natural donde no es necesario el uso de climatizadores o ventiladores y productos de aislamiento, los cuales generalmente aumentan el volumen de desechos tóxicos de las obras.
- desde el aspecto social, promueve una participación activa de la comunidad, integrándola en el acto de construir y construyendo al mismo tiempo una identidad regional propia.

La utilización del patrimonio cultural tiene, como vemos, repercusiones ambientales, económicas y sociales bastante importantes, que deberían ser tomadas en cuenta para las líneas futuras de desarrollo.

Consideraciones de hoy

Después de varias décadas de fragmentación de las ciencias que aislaban las opiniones de los diversos especialistas, el mundo científico está tratando de unificar las áreas de investigación con el fin de mantener una visión integral de los procesos y no una visión fragmentada que limita el conocimiento.

La enseñanza de la construcción esta ligada a la historia de la arquitectura y ésta a su vez, ligada a las disciplinas de proyecto arquitectónico, paisajismo y confort ambiental, las cuales no se pueden disociar del urbanismo y la sociología urbana.

Todo esto está a su vez relacionado con la evolución de otras disciplinas como la agricultura, en donde los conceptos de desarrollo sostenible son trabajados paralelamente a las tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables y el manejo de los recursos hídricos.

Este artículo es el resultado de largas conversaciones visando encarar la enseñanza de la arquitectura para el nuevo milenio y producir arquitectos preparados con criterios ligados al diálogo hombre - naturaleza, espacio construido - espacio natural, culturas - identidades, energías renovables - sistemas constructivos.

Entonces...al trabajo!



D - PONENCIAS



TEMA 1

ARQUITECTURA DE TIERRA:

CONCEPTUALIZACIÓN Y
ESTADO DEL ARTE



CONSIDERACIONES PARA UNA ARQUITECTURA MODERNA DE ADOBE

Urbano Tejada Schmidt

Resumen

Se describe sucintamente las características principales de la arquitectura en adobe en el Perú, en varias etapas históricas. Se muestra en que zonas sísmicas se ubican predominantemente las viviendas de adobe y se señala los principales problemas derivados de la carencia de apoyo profesional en su diseño. Se presentan sugerencias orientadas a vincular óptimamente arquitectura y diseño estructural, para producir viviendas de adobe con adecuadas condiciones ambientales y de seguridad frente a sismos.

Abstract

The main characteristics of the adobe architecture in Peru through diverse historic moments are briefly described. And also the seismic areas where adobe households are mostly located and the most significant problems related to the lack of professional support to design them. Suggestions aimed to relate architecture with structural design in the best way to produce adobe households with the necessary conditions in terms of space and security to face earthquakes is mentioned.

Arquitectura de Adobe en el Perú

Como se conoce las edificaciones con adobe han sido utilizadas desde muy antiguo. La mayor parte de la información sobre estas edificaciones se ha obtenido de los restos arqueológicos que hasta hoy se conservan y que muestran el carácter masivo de las construcciones iniciales, sea en templos, fortalezas o edificaciones de tipo administrativo. En la costa del Perú existen numerosos testimonios prehispánicos de ello, no así en la sierra donde el material dominante fue la piedra. Si nos situamos en los años del dominio español en América latina, encontramos que en esa época se construyeron iglesias, palacios, casonas con adobe y quincha, de las cuales en el Perú, aun subsisten numerosas muestras. Se aprecia en ellas el empleo de muros de gran grosor y altura, y bóvedas externas de quincha que constituían la estructura básica que generó espacios de gran belleza y valor artístico. Fue es esa época también que se introdujo el uso del adobe para la construcción de viviendas en la sierra, a la usanza española, existiendo hasta la fecha muestras de esa arquitectura.



En la época Republicana se continuó edificando viviendas con adobe que fue el material más utilizado hasta mediados del siglo pasado. Se puede considerar que con la instalación de la primera fábrica de cemento en Lima y luego del severo terremoto de 1940, comenzó la decadencia de las edificaciones de adobe en esta ciudad, que ha venido siendo sustituida por muros de albañilería de ladrillo de arcilla cocida y elementos estructurales de concreto armado. En otras ciudades costeñas la sustitución se viene produciendo también, aunque comenzó años después y a un ritmo más lento. En la sierra peruana la presencia del adobe es todavía masiva y la técnica del concreto es aun relativamente poco utilizada en razón a su mayor costo.

El Centro Histórico de Lima permite apreciar los diversos momentos de la arquitectura generada en la ciudad, particularmente en el empleo del adobe y la quincha como materiales de construcción y es una excelente fuente de información de las variantes técnicas empleadas en el pasado.

La Migración y la Producción de Viviendas

A mediados del siglo pasado comenzó el fenómeno migratorio en el Perú, trasladándose pobladores campesinos de costa y sierra principalmente a las ciudades capitales de departamento y en mucho mayor proporción a Lima Metropolitana, generando los ahora llamados Asentamientos Humanos Populares. El fenómeno continúa hasta estos días, aunque en un volumen sustancialmente menor. Se estima que en la actualidad en tales asentamientos hay ya dos generaciones sucesoras de los primeros emigrantes, de modo tal que la población de los mismos es mayoritariamente nacida en Lima, pero conserva sus vínculos con la tierra de sus padres. Las nuevas generaciones disponen ahora de mejores ingresos y mayores facilidades de transporte que sus antecesores, lo cual permite un mayor intercambio cultural entre las capitales y sus provincias; ello genera el deseo de progresar y un afán modernizador que se refleja, entre otras cosas, en la manera como edifican sus viviendas.

Gran parte de la mano de obra utilizada en las obras de construcción en Lima y las ciudades principales fue proporcionada por los migrantes, quienes adquirieron experiencias constructivas propias de la albañilería de ladrillo y del concreto armado. Estos conocimientos fueron aplicados inicialmente en la autoconstrucción de sus propias viviendas.

Sin embargo esa modalidad no contó con apoyo técnico profesional y muchas viviendas fueron edificadas aplicando empíricamente diseños preparados para lugares cuyas características eran muy distintas a las que ellos



disponían. Como resultado existen muchas viviendas de pocas calidades ambientales y muy inseguras ante una eventualidad sísmica.

Algo similar a lo descrito está ocurriendo con las edificaciones nuevas de adobe, cuando quienes construyen carecen de apoyo técnico profesional. Se observa en algunas provincias edificaciones recientes con adobe cuya arquitectura aplica características propias de la albañilería de ladrillo, generando viviendas muy peligrosas en caso de sismos. Esto contrasta con viviendas nuevas de adobe que se construyen en localidades en las cuales el Estado ha edificado escuelas y/o postas médicas de adobe empleando buena técnica, que ha sido seguida por particulares. (1)



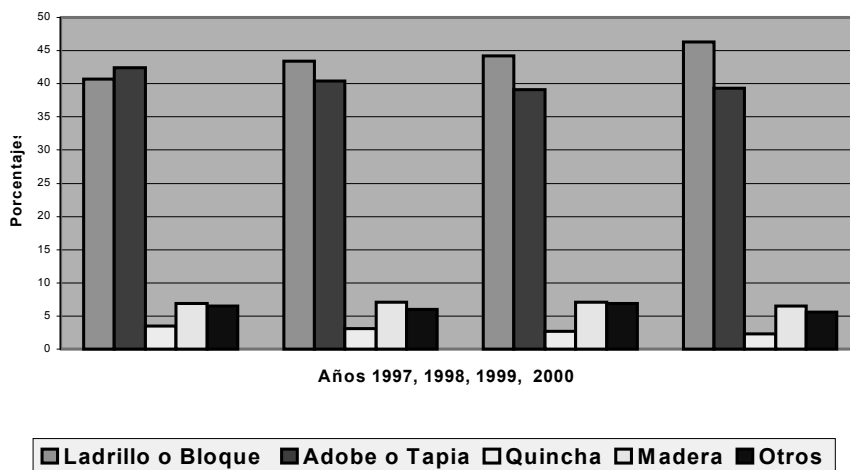
En Lima y en algunas ciudades costeras, se aprecia en los asentamientos humanos recientes, donde vive gente muy pobre, el empleo de ladrillo crudo en los muros de las viviendas de no más de 15 cm de espesor, con techos improvisados, relativamente livianos. Al observar tales viviendas es fácil darse cuenta que constituyen verdaderas trampas, que ocasionarían gran mortandad en caso de terremoto.

La gente suele llamar adobe al ladrillo crudo con lo cual contribuyen a generar ideas equivocadas sobre este material. Al inicio del fenómeno migratorio las familias podían obtener unos 200 metros cuadrados para edificar sus viviendas; en la actualidad consiguen menos de 90 metros cuadrados y deben construir casas con ambientes sumamente pequeños, insuficientes para las funciones elementales de una vivienda y, ciertamente, con muros los más delgados que sea posible. El resultado son viviendas insalubres, que traban el desarrollo humano y que son inseguras.

Empleo Actual de los Materiales de Construcción

El Perú es un país que cuenta con un territorio de 1'285,215 km² y es muy variado bajo el punto de vista climático y geográfico. Tiene una población actual estimada que supera los 26'000,000 habitantes y posee una gran diversidad cultural que se expresa en sus tradiciones, en sus idiomas, en sus formas de alimentarse y de vestirse, en su religiosidad, en su música, en sus hábitos comunitarios, etc. y también en la forma como construyen sus viviendas y los materiales que emplean. Estas características territoriales y poblacionales se suelen simplificar, considerando al país dividido, por acción de la Cordillera de los Andes, en tres regiones geográficas distintas, Costa, Sierra y Selva. Los porcentajes de materiales de construcción predominantes en las viviendas fueron determinados en el último Censo Nacional realizado en el Perú el año 1993, pero dada su antigüedad han sufrido modificaciones de acuerdo a las proyecciones y estudios realizados por el INEI a través de las Encuestas Nacionales de Hogares (ENAHO). Sin embargo, cualitativamente, la situación descrita se mantiene en lo fundamental. En el gráfico que sigue se puede apreciar las variaciones ocurridas entre los años de 1997 y el 2000.

MATERIALES PREDOMINANTES EN LAS PAREDES DE LA VIVIENDA 1997 - 2000



Al examinar los datos anteriores se aprecia que porcentualmente las viviendas de adobe disminuyen. Conviene tomar en cuenta sin embargo, que Lima es una mega ciudad, con más de 7'700 000 habitantes y que, por tanto, causa fuerte distorsión en la presentación de datos a nivel de todo el país.



Distribución de las Viviendas por Zonas Sísmicas

La Norma de Diseño Sismorresistente Peruana, E-030, ha dividido al país en tres zonas sísmicas, de acuerdo al grado de sismicidad de éstas. Esta zonificación ha sido también adoptada por la Norma de Adobe E-080. La sismicidad aumenta de la zona 1 a la zona 3, guardando gruesa semejanza con la división selva, sierra y costa. Como se aprecia en el cuadro que sigue las zonas de mayor riesgo sísmico son las que cuentan con la mayor cantidad de viviendas y población.

Distribución de Viviendas por Zona Sísmica

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Población	635,453	8'050,313	17'763,206
Total Viviendas	79,301	1'397,211	2'951,005
Ladrillo	17,005	170,887	1'393,462
Adobe	686	874,233	1'042,965
Quincha	1,014	64,552	141,878
Otros	60,595	287,539	372,700

Como se aprecia existen más de 1'900,000 viviendas de adobe ubicadas en las zonas de mayor riesgo sísmico.

Notas para el Diseño

En esencia una vivienda de adobe es una vivienda de albañilería y debe ser tratada técnicamente como tal, tomando en cuenta las características del material a los efectos de su diseño espacial y estructural. En las edificaciones de adobe las consideraciones arquitectónicas y estructurales están muy imbricadas y deben producir una expresión arquitectónica propia del material, con las variantes que reflejen los rasgos culturales de sus ocupantes.

En este trabajo no pretendemos decir cómo diseñar la arquitectura. Lo que si queremos es presentar los principales defectos que hemos comprobado existen en las viviendas de adobe, particularmente los vinculados a la salud, al ambiente y la seguridad, y que el diseño arquitectónico puede contribuir a superar.



Defectos o insuficiencias de la vivienda que afectan la salud de sus ocupantes.

De tipo constructivo:

Falta de ventilación	Tuberculosis, asma, malos olores, bacterias
Falta de iluminación natural	Bacterias, enfermedades a los ojos
Mala circulación en la vivienda	Incomodidad, falta de privacidad, stress
Falta de acabados	Insectos: arañas, cucarachas, chirimachas (vinchucas)
Carencia de pisos	Polvo, humedad, poca higiene, accidentes, asma
Carencia de servicios higiénicos	Gastroenteritis, enfermedades de la piel
Mala calidad del agua	Gastroenteritis, parásitos
Mala disposición de excretas	Enfermedades estomacales, parásitos
Humedad: Fugas de agua, poca ventilación.	Asma, resfríos, alergias
Malas instalaciones eléctricas	Incendios, quemaduras, accidentes
Defectos en las estructuras de la vivienda	Daños severos en sismos, accidentes
Ruidos, temperatura interior	Stress

De uso de la vivienda:

Crianza de animales domésticos	Bacterias, parásitos
Hacinamiento	Promiscuidad, stress, violencia
Formas de cocinar	Quemaduras, humos
Empleo de materiales nocivos al interior de las viviendas: pinturas, tintes, ácidos, etc.	Envenenamientos, quemaduras, alergias
Manipulación inadecuada del agua	Bacterias (coliformes), parasitosis, cólera
Mobiliario inadecuado	Accidentes, stress, postura
Acumulación de basura dentro de la vivienda	Mal de Chagas, vectores

Como se aprecia no es suficiente que una vivienda esté correctamente diseñada, requiere también que sea adecuadamente utilizada, y ello demanda una labor de tipo educativo que, muchas veces, puede ser muy difícil pues implica modificar elementos culturales arraigados, costumbres, tradiciones y creencias.

El aspecto educativo para el diseño arquitectónico ha sido enfocado por el Cidap mediante una metodología de Diseño Participativo a través de la cual el profesional suministra a los interesados información sobre el uso de



los espacios, las características de los materiales a emplear, el mobiliario que puede ser utilizado, el manejo de agua al interior de la vivienda y otros aspectos que se estime útil brindar. Por otro lado el profesional orienta el diseño en función a las necesidades del grupo humano a fin que los espacios que finalmente se diseñen satisfagan los requerimientos de los usuarios.

Puede ser muy conveniente en el diseño de las viviendas utilizar algunas técnicas vinculadas a las llamadas energías no convencionales, en particular calentadores solares, invernaderos en zona de altura y el filtrado de aguas grises cuando se trate de zonas que no disponen de redes de desagüe.

Consideraciones Arquitectónico – estructurales

En el aspecto estructural es conocido que usualmente las edificaciones de tierra soportan adecuadamente las cargas de gravedad y que los principales peligros provienen de la humedad y de los terremotos.

Cuando se producen fallas éstas suelen ser frágiles, y se inician en las esquinas en las que se presentan esfuerzos de tracción que no pueden ser soportados por los muros, conduciendo a su inestabilidad lateral y posterior desplome.

El diseño arquitectónico puede contribuir a la estabilidad de los muros si adopta las siguientes características:

- Cuidar la localización de la vivienda, en particular evitar suelos blandos o sueltos y zonas inundables. Las edificaciones de tierra requieren cimentación rígida por lo que es recomendable usar concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con cemento. La sobrecimentación debe evitar el contacto de la humedad con los muros.
- Que la mayoría de los muros sean portantes de modo que cuenten con cargas verticales de confinamiento.
- Que la longitud de muros en cada dirección sea suficiente y similar, de modo de conseguir rigideces similares en cada dirección y reducir los efectos de torsión que producen los sismos. Procurar diseñar plantas simétricas y lo más cuadradas posible.
- Los vanos de puertas y ventanas deben ser lo más pequeños posibles, para no restar excesivamente rigidez a los muros, y centrados para favorecer el arriostre de los mismos. Cuando se requiera emplear vanos de un ancho importante, se puede incrementar el grosor de los muros o añadirles arriostres.



- Escoger el ancho y la altura de los muros, de modo tal que su esbeltez no sea excesiva y genere esfuerzos de tracción en ellos.
- Emplear siempre vigas soleras o collar para apoyar entresijos o techos, de modo tal que estos elementos no se apoyen nunca directamente sobre los muros de adobe, originando esfuerzos locales de punzonamiento o aplastamiento. Las vigas soleras deben contribuir además, a conseguir un trabajo conjunto de los muros. Sin embargo es importante hacer notar que los entresijos y techos habituales, no deben ser considerados como diafragmas rígidos, salvo que sean expresamente diseñados para cumplir tal propósito. Es prudente diseñar los muros en base a las cargas tributarias que soportan.
- Las instalaciones que se empleen en las viviendas deberán cuidar que éstas no debiliten los muros picándolos transversalmente; los tubos deben ubicarse desde el comienzo de la construcción en su emplazamiento en caso vayan empotrados o colocarlos de manera visible, para un mejor control por los usuarios, especialmente las tuberías de agua o desagüe.

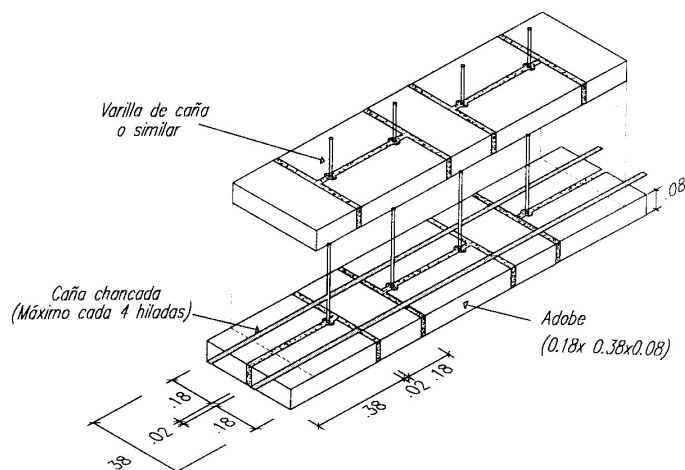
Cuando el ancho de los muros puede ser seleccionado libremente, es posible usar el dimensionamiento de muros para darles estabilidad adecuada para que tomen las solicitaciones previstas.

Sin embargo, principalmente en áreas urbanas, en muchas ocasiones se dispone de áreas pequeñas que obligan a usar las menores dimensiones posibles. Para las conformaciones usuales de las viviendas se usa un ancho mínimo de 40 cm. Puede ocurrir entonces que se presenten esfuerzos de tracción, que pueden ser absorbidos mediante el uso de refuerzo interiores verticales, y esfuerzos cortantes que pueden ser tomados por refuerzos interiores horizontales.

En el caso del Perú tales refuerzos utilizan principalmente cañas de carrizo, caña brava o caña Guayaquil chancada. Sin embargo es conveniente que tal tipo de refuerzo sea utilizado siempre que sea posible, aun cuando analíticamente no sea requerido, pues como se ha demostrado en muchos ensayos en mesa vibratoria, tales refuerzos actúan como una malla que impide el desmoronamiento súbito de los muros concediéndoles un margen adecuado de ductilidad en caso de sismos. (2)



**MURO REFORZADO CON CAÑA O SIMILAR
VERTICAL Y HORIZONTAL**



Es útil señalar que para reforzar viviendas de adobe ya existentes, la PUCP, conjuntamente con CERESIS y apoyo de la GTZ de Alemania, ha desarrollado un sistema de mallas electrosoldadas que se colocan en las esquinas de las viviendas, como vigas soleras y en otros lugares en que se consideren necesarias. Los sismos ocurridos en el sur del Perú en el 2002, confirmaron la eficacia de este sistema de reforzamiento, que si bien fue pensado para viviendas existentes, puede también aplicarse a nuevas.

Notas para una posible metodología de análisis y diseño estructural

Para analizar la competencia estructural de los muros de adobe, considerando las cargas tributarias que soportarán, se puede seguir los siguientes pasos:

Selección de las dimensiones de los adobes Selección de las constantes físicas a utilizar Determinar las cargas actuantes sobre los muros en cuestión
Analizar los muros considerando solamente las cargas verticales, tomando en cuenta el efecto de la esbeltez de éstos. Este análisis permitirá verificar si las dimensiones asumidas para el muro resisten los esfuerzos producidos por las sollicitaciones de gravedad.
Determinar la carga sísmica actuante tomando en cuenta el tipo de suelo de cimentación, el uso de la edificación y la zonificación sísmica del lugar. Usualmente las normas suministran información que permite establecer el coeficiente sísmico necesario.

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Analizar los muros considerando el efecto de las cargas horizontales que actuarían perpendicularmente al plano del muro, particularmente las debidas a sismos. Este análisis permite verificar el ancho del muro y determinar si requiere de arriostres adicionales. Es importante tomar en cuenta las condiciones de borde de los muros. Se verifica que la longitud de los muros de arriostre tomen adecuadamente los momentos de volteo.
Analizar los muros para fuerzas horizontales que actuarían paralelamente al plano de los mismos, particularmente si éstos están trabajando como arriostres verticales. Aquí se verifica la competencia del muro frente a esfuerzos cortantes y ante posibilidades de deslizamiento.
En función a los resultados de los pasos anteriores se diseñan las vigas collar, los refuerzos interiores de caña que fueran menester y se verifican encuentros y otros puntos que se considere de interés.
Análisis y diseño de entrepisos y techos, usualmente elaborados en base a madera.

Queremos expresar que la metodología y demás consideraciones expuestas se basan en la aplicación de la norma de Adobe E-080 y de la norma de Diseño Sismorresistente E-030, vigentes en el Perú. La exigencia básica de las citadas normas es el empleo de procedimientos racionales de diseño dentro del rango elástico. La norma de Adobe permite edificaciones de un sólo piso en la zona sísmica 3, y de dos niveles en las otras. Sin embargo abre la posibilidad de utilizar en la zona de mayor riesgo, segundas plantas con materiales livianos, tales como la quincha por ejemplo. En estos casos puede ser útil emplear un análisis de tipo dinámico, a fin de determinar con mayor seguridad el nivel de deformaciones o derivas esperadas. Sin embargo es siempre recomendable hacer el diseño final por procedimientos de cargas tributarias, como ya se ha indicado.

Conclusión

Se dispone en la actualidad de conocimientos arquitectónicos e ingenieriles, suficientes para producir viviendas de adobe con criterios profesionales. Para utilizarlos óptimamente resulta de la mayor conveniencia realizar diseños mediante equipos multidisciplinarios que puedan realizarlos logrando seguridad, salubridad y belleza en las edificaciones, atendiendo los patrones culturales de los usuarios.



Bibliografía

- Concha, Oscar. 1977 **DISEÑO SISMO RESISTENTE DE MUROS DE ADOBE.** Tesis de Grado. UNI
- Gallegos Vargas, Héctor Abril 1999 **LA INGENIERÍA. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, UPC.**
- Gallegos Vargas, Héctor 1991 **ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL.** Fondo Editorial de la PUC, 2da. Edición
- Gallegos Vargas, Héctor 1989 **ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL: DISEÑO Y CÁLCULO DE MUROS.** Fondo Editorial de la PUCP.
- Giesecke, Alberto; Silgado Enrique. Julio 1981 **TERREMOTOS EN EL PERÚ.** Ediciones Richay Perú.
- Hartkopf, Volker 1985 **TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN AUTÓCTONAS DEL PERÚ.** AID,OIN,INTERTEC Dallas Texas, Universidad Carnagie Mellon Pittsburg, Pennsylvania,
- M.V.C. Octubre de 1997 **NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030 DISEÑO SISMO RESISTENTE.**
- M.V.C. Diciembre de 1999 **NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.080, ADOBE**
- Marussi Castellán Ferruccio Diciembre 1989 **ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA QUINCHA, ININVI**
- Morales, Roberto; Sánchez, Alejandro; Torres, Rafael; Morales, Oswaldo Noviembre de 1980 **ESTUDIO SÍSMICO DE CONSTRUCCIONES DE ADOBE DE DOS PISOS.** III Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Cusco,
- Tejada Schmidt, Urbano Octubre de 1984 **IMPROVEMENT OF TRADITIONAL TECHNOLOGIES IN PERU.** International Conference on Natural Hazards Mitigation Research and Practice: Small Buildings and Community Development. Nueva Delhi



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

Tejada Schmidt, Urbano	Julio de 1990.	TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS POR EL ININVI. ININVI
Tejada Schmidt, Urbano	Agosto del 2001	BUENA TIERRA. APUNTES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON ADOBE. CONSIDERACIONES SISMO-RRESISTENTES. Cidap.
Zegarra, Luis; San Bartolomé, Angel; Quiun, Daniel; Giesecke, Alberto.	Marzo de 1997.	REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS EXISTENTES DE ADOBE EN ZONAS SÍSMICAS DE LA REGIÓN ANDINA. GTZ – CERESIS – PUCP.

Referencias

- (1) La fotografía corresponde a una iglesia del distrito de Huaccana, en la sierra del Perú. Es una muestra de correcta arquitectura en adobe. Cidap.
- (2) La figura se ha tomado de la Norma E-080, Adobe.

Autor

Urbano Tejada Schmidt: Ingeniero Civil, Socio del Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional – Cidap. Profesor a Tiempo Parcial de Materiales de Construcción Tradicionales en la Pontificia Universidad católica del Perú. Con estudios de Segunda Especialización en Ingeniería Sismo-resistente en el Centro Peruano Japonés de Investigación y Mitigación de Desastres, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Teléfonos: 263 0622, 461 5566. Correo electrónico: tejaru@chavin.rcp.net.pe, urbano@cidap.org.pe.



REFLEXIONES SEMIOLOGICAS DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO EN TIERRA

Lic. Esp en Doc. Univ. Mabel Fábrega

Resumen

El objetivo de esta ponencia es interpretar desde la Semiología las percepciones sobre el patrimonio construido en tierra, el patrimonio inmaterial, que poseen los pobladores de los pequeños asentamientos rurales, relacionando el pensamiento científico con las conductas o manifestaciones que dan cuenta de las imágenes mentales del hombre individualmente, las que asociadas a las de la mayoría constituyen la memoria colectiva de un pueblo.

Se analizan las imágenes mentales, ideas, sentimientos exteriorizados en las conductas de las comunidades involucradas puesta de manifiesto en sus quehaceres cotidianos, encuestas entrevistas en profundidad y observaciones realizadas a los pobladores de la localidad de Las Tapias – Albardón – San Juan en las tareas de campo del proyecto “Revalorización del patrimonio rural de pequeños asentamientos del Valle de Tulum”.

Interesa relacionar estas manifestaciones y representaciones mentales con el signo y la posibilidad de su existencia y variabilidad, asociado con el proceso de significación o semiosis y el significado como resultado de sus percepciones, desde el pensamiento de semiólogos como Ferdinand de Saussure, Charles Peirce o Umberto Eco.

El aporte está centrado específicamente en el esfuerzo de relacionar el pensamiento científico con el pensamiento del hombre común acerca del patrimonio construido en tierra que como tal es modesto y si bien existe en su conciencia y tiene un alto valor social no es hasta el momento valorado desde la ciencia.

Determinar la existencia del signo como un elemento binario o como una triada es reconocer la existencia de un amor y respeto por lo propio, por el pasado, que asociado a un proceso de significación de la comunidad, alcanza la categoría de significados o fanerones colectivos que hay que rescatarlos y conservarlos constituyendo una unidad entre científicos y comunidades para defender las identidades regionales.

Abstract

The objective of this exposition is to interpret from semiology the small as-
sents’ habitant’s perceptions of patrimony built on ground also called imma-
terial patrimony, relating scientific theories with behaviour and



manifestations that shows the individual man's mental images. These behaviours and manifestations associated all together constitute a town's collective memory.

Mental images, ideas, feelings shown on the communities' behaviour are analyzed. These elements are shown in diary life, surveys, interviews and observations done to Las Tapias' (Albardon-San Juan) habitants. This work has been done on the project called "Revalue of the rural patrimony of Valle de Tulum" small assents".

It's important to relate these manifestations and mental images with the sign and its possibility of existence and variability, associated with the process on signification or semiosis and the meaning as a result of their perceptions. All of this process studied from the point of view of semiologistics as Ferdinand de Saussure, Charles Peirce and Umberto Eco.

The work consists in making a relationship between the scientific thoughts and common man's thought about the patrimony built on ground. This one is modest and exists in rural man's consciousness with a high social value but up to now isn't considered for science.

To determinate the existence of the sign as a binary element or a triad one is to recognise the existence of a love and respect for their own history. All of this associated to a community signification process gets the category of meanings or collective fanerones which have to be protected and preserved to create a unit integrated by scientifics and communities to defend the regional identity.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realiza una lectura semiológica del signo, considerando las relaciones entre el pensamiento o las imágenes mentales de los pobladores de Las Tapias, sus expresiones orales y conductas respecto a su patrimonio arquitectónico construido en tierra y de carácter modesto.

Estos elementos se analizan para visualizar la constitución de signos con el encuadre teórico de semiólogos como Saussure, Peirce o Eco. Se trata de incluir en este análisis el pensamiento del investigador y su rol en esta tarea de conservar el patrimonio construido en tierra junto al hombre de campo que guarda en sus sentires y quehaceres cotidianos la esencia de la cultura regional.



2. DESARROLLO

2.1. Localidad de Las Tapias

La localidad de Las Tapias es el asentamiento más antiguo del departamento Albardón. Se encuentra ubicado a 20 Km. al norte de la ciudad de San Juan con la que se conecta a través de la ruta Nac. N° 40, luego de atravesar el Río San Juan.

Es un asentamiento de características rurales en donde el paisaje natural de marcada pendiente es un fuerte condicionante y presenta un gran desafío que el hombre ha solucionado armónicamente para el desarrollo de sus actividades. El territorio donde se emplaza posee una clara identidad natural determinada por las características lomas de Las Tapias y el río San Juan.

Se observan distintos usos del suelo, ofreciendo un paisaje agrícola de cultivos permanentes interrumpidos por algunos anuales. Predomina el cultivo de viñedos encontrándose también frutales, olivos y plantaciones de flores. El riego superficial por gravedad se realiza mediante métodos tradicionales tales como riego por surco y acequias o a manto.

Existen 75 construcciones incluido el equipamiento que es mínimo, El 63% de las viviendas son de adobe y sólo un 28% se encuentran en buen estado de conservación. El 55% son propietarios de las viviendas, el resto son ocupantes gratuitos dedicados principalmente a la agricultura. Las viviendas en su mayoría son aisladas y se encuentran insertas en una unidad productiva, la mayoría de las propiedades son menores a 10 Has.

El paisaje de esta localidad es singularmente pintoresco por la armonía de los colores del medio natural como las lomas, el suelo, la arboleda y los cultivos que lucen en perfecta concordancia con el de las construcciones que en su mayoría son de adobe. La conformación aterrazada de su relieve le da al lugar una particularidad distintiva.

2.2. Valor histórico

Son destacables los valores históricos que tienen este pequeño asentamiento y el sentimiento que guardan por ellos sus pobladores. Sobre todo en un suelo donde los sucesivos terremotos han avasallado el patrimonio cultural.

Las Tapias, nombre que derivaría de los restos de algunas tapias que encontraron los primeros pobladores, vestigios del antiguo fuerte construido por los españoles. Al llegar Juan Jufre al Valle de Tulum en busca de un lugar apropiado para la fundación de la ciudad de San Juan se enteró de la resistencia que oponían los indígenas del norte de este valle. Para evitar una posible invasión, hizo explorar y atravesar el río Potu, que más tarde se llamaría San Juan, para determinar los lugares más propicios para una



invasión de los indígenas. En base a la información recibida, eligió a Las Tapias como el más apropiado para ubicar allí un puesto de avanzada que sirviera de vigía en caso de alguna incursión de los naturales norteños. Este fuerte, ya no existe en sus aspectos concretos pero sí en la memoria colectiva de los pobladores.

Otro hito histórico es la casa de Fermín Monla, en Las Tapias, cuyas ruinas de adobe, rollizos de álamos y cañas, aún se encuentran en pie, fue una conocida posta de las mensajerías que se dirigían a Jáchal, instalada alrededor de 1870. La casona de los Avila es hoy fiel testigo de lo que fuera un lugar de encuentro de arrieros y viajeros que iban hacia el norte desde San Juan con el fin de reabastecerse.

Las Tapias fue objeto de otro acontecimiento importante en la historia de la provincia, en 1817 el General San Martín dispuso el paso de los Andes, la IV División del Ejército Libertador, comandada por el Teniente Coronel Juan Manuel Cabot. Ésta emprendió su marcha, el 18 de enero de aquel año, acampando en Las Tapias en su primera jornada de la larga trayectoria hacia Chile con la misión de liberarlo. Aún se conserva el algarrobo a cuya sombra, según la tradición oral, descansaron Cabot y sus hombres y un monolito erigido en el lugar, recuerda este hecho histórico.

3. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS

Para la ejecución de este trabajo se exponen manifestaciones de los pobladores extraídas del trabajo de campo encuadrado en una metodología cualitativa del proyecto de investigación “Revalorización del patrimonio rural de pequeños asentamientos en el valle de Tulum” específicamente de las entrevistas en profundidad, conversaciones espontáneas, encuestas, observaciones y vivencia en común etc. de los pobladores de Las Tapias – Albardón – San Juan- que puedan relacionarse con signos compartidos por la comunidad y que por tanto constituyen la memoria colectiva de un pueblo con fuertes tradiciones y arraigo a su lugar de origen.

Ellos por sus propias convicciones están al margen de la tecnología y todavía no han sido influenciado por los lazos de la globalización, quizás sea esta última la característica más importante para considerar su cultura genuina en un trabajo de esta índole, donde la ciencia se acerca sólo para analizarla y proponer su conservación. Considerando estas expresiones como signos pertenecientes al habla o acciones de personas individualmente pero reconociendo que son signos sociales porque hay una convención tácita de unísono en la comunidad. Entendiendo como signo...*algo que se encuentra para alguien en lugar de algo, según cierta relación o capacidad... el signo está siempre en el lugar de una ausencia...* (1) O co-



mo... una unidad física reconocida como capaz de funcionar como expresión de algo distinto... (2)

Expresiones que se analizan:

"La casa Monla es nuestra, la tienen que dejar para nosotros. Nadie, ni su dueño puede cambiarla ni tirarla".

"Lo que queda de la casa Monla hay que cuidarlo, aunque no tenga techo... esos adobes, palos y cañas tienen que quedar para los tapieros". (3)

La casa Monla es un signo porque ella es el objeto y la expresión oral, el representamen que relaciona mediante un proceso de semiosis con la esencia de la casa, el prototipo o el concepto que ellos guardan en la memoria es decir el interpretaren, entendiendo que éste es anterior a aquel. Ahora puedo decir que la casa es el estímulo que sirve para interpretar y que por medio de la expresión vuelve a estimular las formaciones de futuros fanerones o imágenes mentales en un proceso sin fin.

CASA MONLA



Figura N° 1



Figura N° 2

Es así que los signos comunican dentro de un sistema social y lo retroalimentan formando el entramado de la cultura. Aquí está el pensamiento triádico de Peirce consistente en la unión de tres cosas en una tercera distinta de las dos. La primera referida a la expresión, perceptible, feeling, representamen entendida como sensación, la segunda es el objeto, aquello que el signo representa.

A la que se refiere, la casa Monla, con una relación tan verdaderamente triádica que es capaz de determinar a una tercera, el interpretante que tiene la misma relación con el objeto, que éste con el representamen, a lo que llamamos comúnmente signo que se refiere a la representación.

En este punto es necesario reafirmar que Peirce no se refiere al objeto – cosa, sino que es la parte objetual del signo, este aspecto reafirma el hecho que si dicha casa es parte de un signo, sólo es, si está en el pensamiento de un poblador. Peirce propone un concepto relacional entre tres términos inseparables. Para relacionar el signo con la memoria colectiva de los tapieros es necesario referirse a la semiosis ilimitada que se refiere Peirce. El interpretante es también un signo no es equivalente al representamen es más desarrollado, conserva sólo algunos rasgos de él, es otra representación referida al mismo objeto. Por tanto ante un mismo objeto, la casa Monla cada poblador desarrolla una interpretante diferente y lo expresa de forma diferente, con representamen distintos pero con algunas coincidencias que se dan por pertenecer a una igual o similar situación comunicativa, en suma a la misma cultura.

Por lógica se deduce que ante un mismo referente u objeto se suscitan indefinidos interpretantes ya que estos pensamientos son signos y se vuelen a expresar, es decir a formar otros representamen y así sucesivamente. En este vaivén de la comunicación se van formando las tradiciones y el sentimiento común hacia un bien patrimonial como es la casa de don Fermín Monla, posta de otros tiempos, cuya historia toda comparten y que por esa carga social e histórica es capaz de crear signos de los cuales participan estos seres especiales de Las Tapias.

Se entiende por fanerón...*como un nombre propio para denotar el contenido total de una conciencia,... la suma total de todo lo que tenemos en nuestra mente...* (4)

El análisis del fanerón no remite a la totalidad de la idea que cada integrante de la comunidad tiene de la casa Monla, lo que importa son las formas de relación que constituyen a partir del conjunto de sensaciones que la percepción produce. Pero se refiere a una red de relaciones formales y al parecer no incluye los sentimientos que van unidos a lo que puede ser la imagen mental del objeto. Para nosotros la imagen mental, el pensamiento, además de las formas también incluyen las experiencias, sentires y toda otra relación que puedan haber tenido con el objeto. Es así que el análisis de esta imagen mental va más allá de las formas, porque ellos son capaces de describir los detalles constructivos de la casa pero además son capaces de expresar sentimientos que van unidos a ella.

No es una casa indeterminada, se trata de la casa Monla y ella deja de ser un signo para convertirse en un símbolo que representa un hito del patrimonio de un pueblo. Esto demuestra que existen significados diferentes en cada uno de nosotros pero a su vez es más o menos coincidente el significado que tiene la mayoría de los tapieros porque básicamente comparten la situación en la que se inscribe esta comunicación.



El conocimiento del patrimonio construido en tierra de Las Tapias para los investigadores se puede incluir en Tipo Cognitivo – TC- de Umberto Eco, quien explica que a partir del fenómeno de...*semiósis perceptiva* (5)... el que percibe por primera vez un objeto lo relaciona con algún aspecto de otro objeto similar del que ha elaborado un esquema, un prototipo cognitivo, el cual se forma en la memoria a la manera de paradigma. Los investigadores incluyen la casa Monla vista por primera vez en un tipo cognitivo de otras construcciones similares. Los pobladores de Las Tapias han formado su TC de la casa Monla en su niñez, ahora no lo consideran un TC sino a un Contenido Nuclear -CN- que se forma cuando TC adquiere consenso colectivo y es interpretado socialmente de una forma específica. Proceso que se verifica en expresiones como...*Todos los tapieros creemos que aunque sean adobes viejos hay que dejarlos ahí...* (6)

Por tanto...*pasar a un término genérico nace de una exigencia social... es de máxima utilidad si reflexionamos del sentido común...* (7)

Tanto los TC como CN son transmitidos culturalmente y se expresan mediante palabras, frases, imágenes. Por tanto se entiende que... *hablar quiere decir ejercer nuestra capacidad de proferir signos y crear interacción con el mundo, creamos modos y esquemas de conocimientos compartidos, hacer semiósis...* (8)

Retomando esta premisa, "hablar es hacer semiosis", los pobladores de Las Tapias al manifestarse en forma oral acerca de su patrimonio construyen signos, producen sentido a partir de los TC y CN. Los investigadores también producen sentido sobre ese patrimonio pero insertados en una cultura distinta, por tanto nuestra producción de sentido es distinta a la de aquella comunidad. Sus CN están cargados de un sentimiento que los arraiga y que les permite construir su propia historia.

La forma de amasar su pan, de referirse a sus edificios o de construir sus viviendas de barro, son signos y al parecer estos signos los percibimos como naturales pero para Roland Barthes no son tales sino que son culturales. Se trata de...*fenómenos históricos, de época... y tienen relación con... la palabra como un uso social del lenguaje que se agrega a la materia pura y la podemos hacer posible en el mito o el modo de significación de la forma...* (9)

Para los tapieros, la relación entre la casa de barro, el significante, el significado su hogar, el mate, el pan, las semitas, su familia y el tercer término la correlación entre los dos primeros es el sistema del mito, la significación.



El mito habla para decir que esa casa de tierra, está enclavada en el terruño y no la diferencia del ambiente que lo considera suyo por hoy y siempre ... *nadie va a venir a llevarse nuestras cosas... yo quiero morirme aquí en esta casa, en Las Tapias donde nací ...* (10)

Ellos dicen:

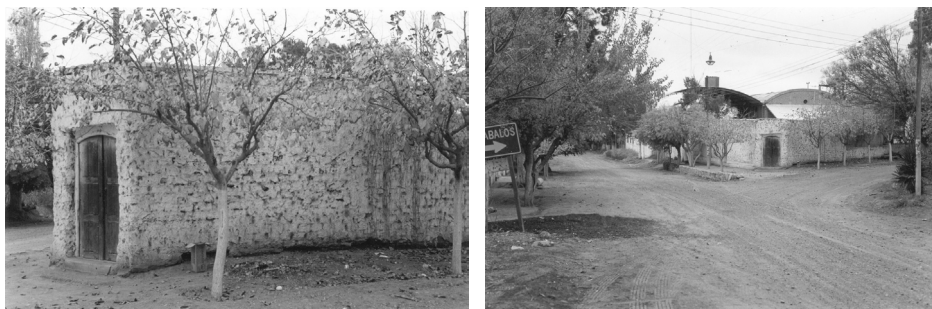
...La casa de los Avila era una posta y aunque está vieja, los propios Avila y nosotros queremos que esté ahí... Gracias a Dios que los dueños nuevos de la bodega no tiraron la casa como lo hicieron con la vieja bodeguita... (11)

Estas manifestaciones permiten hacer un análisis desde el enfoque de Saussure y su concepción binaria del signo.

Las dos caras son la imagen acústica –significante – que ... *es la representación que nos da testimonio sensorial ... (12)* se hace referencia a la expresión, a lo que se habla, escucha o escribe y el concepto – significado – está ligado al aspecto ... más abstracto del signo es del plano del contenido, de la idea ... (13)

El signo no es ni uno ni el otro, sino la relación o proceso de significación que existe entre ambos. En este caso el significante es la expresión oral respecto a la casa Avila y el significado es su imagen mental. Esta imagen es psicológica y compleja por ende está cargada de experiencias y sentimientos anclados en un marco de referencia que es su cultura. El signo de la casa Avila para los investigadores tiene una connotación distinta porque parten de percepciones y culturas diferentes y reconocen en ella un bien patrimonial del siglo XIX que necesita ser restaurada respetando los valores de esa comunidad para conservarla y legarla a generaciones futuras y aportar a la identidad regional.

CASA AVILA



4. REFLEXIÓN FINAL

Se ha comprobado desde la teoría semiológica la existencia del signo al relacionar las expresiones orales– imágenes mentales – patrimonio construido en tierra de los habitantes de Las Tapias – Albardón – San Juan-

Estos pobladores valoran sus modestas casas construidas en tierra los enorgullecen y atesoran en sus conciencias con un sentimiento solidario que los une y del que los investigadores deben nutrirse para proponer estrategias de conservación de ese patrimonio construido en tierra que deja de ser sólo de los tapieros para integrar el patrimonio regional de una nación.

BIBLIOGRAFIA

ASARCHUFF, Andrés	2003	DOCUMENTOS CURSO DE SEMIOLOGIA –FAUD- UNSJ
ECO, Umberto	1994	LA ESTRUCTURA AUSENTE. LUMEN -Barcelona. España. Quinta Edición. 326 pág.
VEGA, Lilian. FÁBREGA, Mabel y etal	2003	REVALORIZACION DEL PATRIMONIO RURAL DE PEQUEÑOS ASENTAMIENTOS EN EL VALLE DE TULUM. IRPHa.FAUD. UNSJ. 237 pág
SEXE, Nestor	2001	DISEÑO. COM. PAIDOS. Estudios de Comunicación. Buenos Aires. 279 pág.
ZECHETTO, Victorino. DALLERA, Osvaldo y etal	1997	SEIS SEMIOLOGOS EN BUSCA DEL LECTOR. Ediciones CICCUS. La Crujía. Buenos Aires. 255 pág

Referencias

- (1) Sexe, Nestor. Diseño. Com. Paidos Estudios de Comunicación. Buenos Aires 2001. p. 43
- (2) Seis Semiólogos en busca del lector, Zecheto, Victorino, Dallera Osbaldo y etal. CICCUS. La Crujía. Colección signo. Buenos Aires. 2001. p.177
- (3) Revalorización del patrimonio rural de pequeños asentamientos en el valle de Tulum. . IRPHa. FAUD. UNSJ. San Juan 2003. P.83
- (4) Sexe, Nestor. Diseño. Com. Paidos Estudios de Comunicación. Buenos Aires 2001. p.38
- (5) Seis Semiólogos en busca del lector, Zecheto, Victorino, Dallera Osbaldo y etal. CICCUS. La Crujía. Colección signo. Buenos Aires. 2001. p.184



IIIº Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

- (6) Revalorización del patrimonio rural de pequeños asentamientos en el valle de Tulum. . IRPHa. FAUD. UNSJ. San Juan 2003. P.90
- (7) Seis Semiólogos en busca del lector, Zecheto, Victorino, Dallera Osbaldo y etal. CICCUS. La Crujía. Colección signo. Buenos Aires. 2001. p.185
- (8) Seis Semiólogos en busca del lector, Zecheto, Victorino, Dallera Osbaldo y etal. CICCUS. La Crujía. Colección signo. Buenos Aires. 2001. p.185
- (9) Seis Semiólogos en busca del lector, Zecheto, Victorino, Dallera Osbaldo y etal. CICCUS. La Crujía. Colección signo. Buenos Aires. 2001. p.83
- (10) Revalorización del patrimonio rural de pequeños asentamientos en el valle de Tulum. . IRPHa. FAUD. UNSJ. San Juan 2003. P.90
- (11) Revalorización del patrimonio rural de pequeños asentamientos en el valle de Tulum. . IRPHa. FAUD. UNSJ. San Juan 2003. P.86
- (12) Sexe, Nestor. Diseño. Com. Paidós Estudios de Comunicación. Buenos Aires 2001. p. 23
- (13) Sexe, Nestor. Diseño. Com. Paidós Estudios de Comunicación. Buenos Aires 2001. p. 23

Autor

Mabel Fábrega: Licenciada en Ciencias de la Comunicación, Especialista en Docencia Universitaria. Profesora Adjunta, investigadora en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la UNSJ, especialista en el tema patrimonio inmaterial, integra en la actualidad el equipo de investigación del proyecto “Conservación del patrimonio rural en el Departamento Albardón a través del turismo cultural”. A cargo de la asignatura Psicología de la Comunicación de primer año en la Carrera Diseño Gráfico y en la asignatura Gestión Empresarial y Mercadotecnia a cargo del módulo Comunicación Estratégica Empresarial de cuarto año de la carrera Diseño Gráfico de de la FAUD – UNSJ. Participa en foros y encuentros científicos sobre el tema comunicación, semiología y patrimonio inmaterial. Correo electrónico mfabrega@farqui.unsj.edu.ar.



TEMA 2

ARQUITECTURA DE TIERRA:

MEDIO AMBIENTE Y
SUSTENTABILIDAD



10 VIVIENDAS BIOCLIMÁTICAS / AMAYUELAS DE ABAJO

Jorge Silva Uribarri-Carmen del Rey Vieira
María Jesús González-Francisco Valbuena

Resumen

Amayuelas de Abajo es un municipio muy pequeño, situado en plena Tierra de Campos, en el norte de Palencia. Como en todos los pueblos de esta comarca, la belleza de su patrimonio cultural y arquitectónico se pierde por culpa del abandono económico y la despoblación, hasta tal punto de que el número de habitantes de esta pedanía era de 9 antes de comenzar su recuperación, desde los 80 que tuvo hasta hace tan sólo 30 años.

El proyecto para la construcción de las 10 viviendas se encuadró dentro de la preocupación por el medio ambiente que transmite toda actividad actual en el municipio de Amayuelas. Desde el problema cercano, puntual e inmediato, que es el desarrollo de diez alojamientos en un municipio determinado, se llegó hasta la escala más global y extensa, representada en la preocupación de cómo resolver esta construcción de forma que su contribución a la producción de contaminación al ambiente y a la atmósfera sea la mínima posible.

Ubicación, tipología y materiales debían responder pues a la reinterpretación de las construcciones tradicionales. Se utilizaría la tierra como material constructivo, punto de unión entre la tradición y el mayor beneficio ambiental. Se acudiría a las energías alternativas como sistemas energéticos. En su proceso deberían adoptarse todos los principios de máximo respeto al medio ambiente tal y como se ha realizado en las demás actividades, agrícolas, comerciales ó educativas. Se aprovecharía la experiencia obtenida de la recuperación de algunos edificios tradicionales, y se recuperarían oficios, costumbres y hábitos cuya pérdida no está justificada y aún pueden ser útiles a la comunidad. El resultado se basó en todas estas condiciones. La aplicación de la normativa urbanística, las necesidades de los propietarios y la inspiración de la arquitectura tradicional de la comarca dieron como resultado la creación de 10 pequeñas viviendas de tipo unifamiliar aisladas.

También se instaló un equipo de energía solar fotovoltaica, del tipo de conexión a red. Dada la singularidad del entorno y el destino de la construcción, se hizo mucho hincapié en que la actuación fuese totalmente ecológica, aprovechando que su ubicación y características fuesen óptimas para ello.



INTRODUCCIÓN

Amayuelas de Abajo es un municipio muy pequeño, situado en plena Tierra de Campos, en el norte de Palencia. Como todos los pueblos de esta comarca, la belleza de su patrimonio cultural y arquitectónico se pierde por culpa del abandono económico y la despoblación, hasta tal punto de que el número de habitantes de esta pedanía era de 9 antes de comenzar su recuperación, desde los 80 que tuvo hasta hace tan sólo 30 años. La estética y el color de la construcción con barro producen una acomodación perfecta entre el pueblo y su entorno, los enormes campos de Castilla sembrados de cereales. El hombre, su vivienda y su actividad formaban un conjunto cohesionado en razón de su utilidad práctica hasta hace poco tiempo.

Hoy día la mayor parte de sus edificios se encuentran en ruinas por falta de uso, por falta de mantenimiento y por falta de habitantes. Actividades como las que demandaban un palomar, un lagar, unas bodegas, un molino, basadas todas ellas en labores agrícolas, se han convertido en desconocidas, no tienen utilidad práctica ni económica, y su testimonio desaparece. El proceso de este deterioro es el mismo que el de muchas otras comarcas en su misma situación, que ven como el mundo industrial ha despojado de sentido su legado histórico, convirtiendo su paisaje en un repertorio de pueblos abandonados.

Dentro de este panorama general, en el municipio de Amayuelas se ha realizado un esfuerzo muy notable por revivir el pueblo y proponer una nueva forma de vida en el campo. La propuesta había de conseguir hacer compatibles tres premisas fundamentales de funcionamiento: el rendimiento económico, una forma de vida que aceptara y respetara las condiciones naturales del entorno, y la recuperación del patrimonio histórico y arquitectónico.

El rendimiento económico se ha confiado al ejercicio de una agricultura y ganadería en cuyo proceso se prescinde de todo artificio: corral de aves, granja porcina, huerta ecológica, crecimiento de plantas en invernaderos. Se ha creado una empresa de preparación de alimentos, se han formado campamentos basados en actividades didácticas, artesanales y culturales donde se promueve y se estudia una agricultura y una participación rural no agresivas. Para la ubicación de estas actividades, que suponen más de una veintena de puestos de trabajo, ha sido necesario recuperar dieciséis edificios de uso y construcción tradicionales, entre los que hay un palomar, bodegas, un colmenar, un lagar, un molino, un albergue, un aulario, etc., mostrando como es posible dar un nuevo uso social al patrimonio.



Todo ello ha sido conseguido a través de procesos de funcionamiento ligados de forma muy natural al medioambiente, tanto para mantenerlo como para mejorarlo. A este respecto es notable también la introducción de un filtro verde en su sistema de saneamiento. Los métodos tradicionales han sido complementados con la tecnología actual más avanzada en materia de energía, como la fotovoltaica y térmica basadas en la energía solar. Quedan así cumplidas esas tres condiciones básicas de participación en el campo: un rendimiento económico, una base en la recuperación y valoración del legado tradicional, y unas tecnologías limpias y no contaminantes.

Dentro de esta idea general de reactivación del mundo rural surgió la necesidad de construir alojamientos para diez cooperativistas. Satisfacer esta necesidad requería una actuación acorde con los principios que habían generado ya la recuperación de parte del patrimonio arquitectónico del pueblo. Se contaba con la experiencia de la rehabilitación de algunos edificios, y la nueva construcción requería mantener esa valoración del patrimonio arquitectónico y rural ya puesta en marcha. Simultáneamente, las nuevas construcciones deberían adecuarse a parámetros de comodidad actuales y responder al nuevo enfoque de respeto al medio ambiente.

PROPONER UNA CONSTRUCCIÓN NO CONVENCIONAL

El proyecto para la construcción de las 10 viviendas se encuadró dentro de esta preocupación por la naturaleza. Esta idea esencial se aplicó a todas las escalas: desde el respeto al entorno más próximo (el pueblo), como a una escala media (aplicando los principios de la arquitectura bioclimática), como al entorno más lejano (la preocupación por la contaminación que producen los sistemas constructivos y energéticos convencionales). Desde el problema cercano, puntual e inmediato, que es el desarrollo de diez alojamientos en un municipio concreto, se llegó hasta la escala más global y extensa, representada en la preocupación de cómo resolver esta construcción de forma que su contribución a la producción de contaminación al ambiente y a la atmósfera fuera la mínima posible.

Ubicación, tipología y materiales debían responder pues a la reinterpretación de las construcciones tradicionales. Se utilizaría la tierra como material constructivo, punto de unión entre la tradición y el mayor beneficio ambiental. Se acudiría a las energías alternativas como sistemas energéticos. Y en su proceso deberían adoptarse todos los principios de máximo respeto al medio ambiente, tal y como se había ya hecho en las demás actividades, agrícolas, comerciales ó educativas. Se aprovecharía la experiencia obtenida de la recuperación de algunos edificios tradicionales, y se recuperarían oficios, costumbres y hábitos cuya pérdida no está justificada y aún



pueden ser útiles a la comunidad. El proyecto se basó en todas estas condiciones.

La aplicación de la normativa urbanística, las necesidades de los propietarios y la inspiración de la arquitectura tradicional de la comarca definieron la creación de 10 pequeñas viviendas de tipo unifamiliar, aisladas. El solar, con forma de cuadrilátero irregular, es sensiblemente llano y se encontraba vacío, sin arbolado. Las diez viviendas se colocaron de forma que se asegurara el soleamiento de todas ellas.

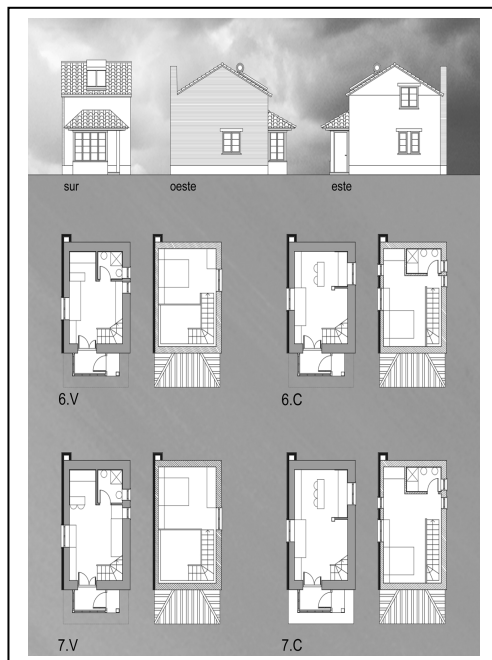


Figura N° 1. Cuatro tipos de viviendas en función de las distribuciones interiores.

Las construcciones son muy sencillas, de planta cuadrangular, en un único volumen, con dos formatos en planta, de dimensiones 4.50 x 6.00 m y de 4.50 x 7.00 m. y con desarrollo en planta baja y altillo, a la manera tradicional. En cuanto a su programa interior hay dos tipos: uno con cuarto de estar, cocina abierta y cuarto de baño en planta baja y un dormitorio en la planta superior. El otro tipo tiene el salón y la cocina en planta baja y el dormitorio con cuarto de baño en la planta superior. La cubierta en ambos casos es de dos aguas con orientación Norte-Sur.

EL PROBLEMA DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

La utilización de la tierra cruda como material de construcción era solamente uno de los muchos aspectos a tener en cuenta para una construcción sostenible, quizá el más destacable. Sin embargo, su utilización como material base de la edificación, presentaba bastantes problemas.

El primero de ellos, es que se mantiene una errónea concepción, aún, de la arquitectura de tierra, hoy universalmente utilizada en Asia, América y África, como arquitectura de la pobreza. La falta de profesionales especializados, por estar en desuso la tierra como material de construcción, aumenta las dificultades. La técnica del trabajo en tierra es muy poco valora-

da, por desconocimiento. La poca industrialización en el proceso constructivo, aún muy manual, supone además un fuerte encarecimiento del proceso.

Y otro problema, no menos importante, es que las propuestas innovadoras en el mundo constructivo y la posibilidad de arquitectura de tierra no están previstas en la normativa vigente, a veces con un enfrentamiento directo. Irónicamente, un tipo de construcción que ha durado siglos no está contemplada en las reglamentaciones actuales, y queda ahora relegado a la categoría de "construcción no convencional, experimental", y por lo tanto, indigna de confianza.

A pesar de estos problemas se decidió su utilización por las muchas posibilidades ofrecidas, ya que el material posee excelentes cualidades térmicas, y está avalado por una tradición de miles de años. Además, se procuraría con ello la modernización de los sistemas tradicionales de construcción, adaptándoles a las circunstancias de hoy. Las posibilidades plásticas y estéticas, tan utilizadas por la tradición cultural, ayudaban a reforzar el desarrollo de los valores sociales y culturales propios de la zona. El material era pues el idóneo para cumplir los objetivos propuestos.

No obstante, la observación de la construcción en tierra que existe en la zona nos indicó el mejor camino para decidir qué tipo y sistema debe ser utilizado en cada caso, se hacía necesario también un estudio previo pormenorizado de las patologías originadas en este tipo de construcciones a fin de evitarlas en las nuevas edificaciones. Las construcciones en tierra deben tener, tal y como indica la tradición, "buenas botas y un buen sombrero". Se planteó la cimentación a base de zapatas corridas formadas por mampostería de piedra. Sobre éstas se ejecutó el zócalo también de mampostería de piedra, dándole altura suficiente para que se pudiesen desarrollar en su espacio interior las "glorias", sistema de calefacción tradicional en Tierra de Campos, que tiene su origen en los hipocaustos romanos.

Con el sistema de encofrado y apisonado empleado se eliminaron gran parte de los problemas de trabazón de la fábrica, pero para eliminar o reducir al máximo los alabeos del muro, se colocó sobre el arranque del zócalo de mampostería un zuncho de hormigón armado, ejecutado al modo de los romanos en sus villas con el encofrado perdido mediante dos hileras de ladrillo en ambas caras del muro (la interior sirve de rodapié), técnica que limita los posibles asentamientos diferenciales, evitando no sólo los desplomes sino también la aparición de grietas.



Sobre el zócalo de mampostería se colocó una lámina impermeabilizante, ya que hay que tener en cuenta que el mayor enemigo de las construcciones con tierra es el agua, tanto la directa como la producida por capilaridad.

Los muros, además de cerramientos de fachada, tienen la misión de soportar las cargas de forjados y cubierta, por lo que se hacía necesario limitar las acciones más perjudiciales en elementos de tanta masa y de funcionamiento hiperestático: los desplomes o pandeos y las fisuras o grietas. Se comenzó estudiando el sistema de encofrado de los muros de tapial, de forma que se mejorase su rendimiento en la puesta en uso, empleando técnicas de los encofrados del hormigón que garantizaban el machihembrado de las diferentes tapias de cada hilada, así como un modelo en esquina para evitar este punto tan conflictivo, evitando la unión en ángulo.

Un cierto grado de mecanización, tanto en los vertidos como en el apisonado mediante un pisón neumático, diseñado para la obra, favoreció la mejora de los rendimientos, lo que demuestra que con un grado de industrialización y modernización similar al experimentado por el resto de las técnicas constructivas, la construcción con tierra sería totalmente viable.



Figura N° 2. Apisonado de tapial con martillo neumático.

Un estudio de las edificaciones en tierra del lugar indicó que todas ellas protegían la cara Oeste con ladrillo a cara vista. De esta orientación proceden los vientos más fuertes y su fachada, denominada “el hostigo”, es la más castigada por las lluvias. Ello planteó dos tipos de muros. Uno de ellos, tapial de 50 cm. en las caras Sur, Norte y Este, y el otro, en la cara Oeste, de dos hojas, una exterior de ladrillo recuperado y una interior de un pie de adobe.

Para la ejecución de los muros de la primera planta se emplearon otras dos maneras de trabajar la tierra: el adobe y el bloque de tierra comprimida, además de la hoja de ladrillo visto en el hostigo. En un principio se utilizó adobe realizado a la manera tradicional. Posteriormente, mediante una máquina de prensado del tipo UNATA, se fabricaron bloques de tierra compactada. Estos bloques mejoraron ostensiblemente el rendimiento de la ejecución de los muros. Un estudio realizado por el Departamento de Edificación de la Universidad de Valladolid y llevado a cabo por los profesores Alfonso Basterra Otero y Félix Jové Sandoval estableció una resistencia a compresión de los bloques en torno a "8 N/mm², equivalentes a un mortero convencional rico en cemento, casi alcanzando el valor mínimo exigido por la normativa española vigente a los actuales ladrillos cerámicos perforados". Las dimensiones de estos bloques son 30 x 15 x 10 cm. y la proporción de cemento es de un 6%.



Figura N° 3. Interior, con forjado y escalera de madera, durante la obra.

El zunchado se realizó mediante vigas de madera que trabajan solidariamente con las viguetas del forjado con uniones en "cola de milano", lo que no sólo elimina los empujes horizontales, sino que también garantiza un arranque adecuado a

los muros inmediatamente superiores. Finalmente, para evitar el efecto de la estructura inclinada de cubierta sobre la cabeza de los muros, por tratarse de un espacio diáfano habitable, el atirantado se realizó con vigas de madera en los hastiales, que a la vez sirven de cargadero para las ventanas de esa planta.

El forjado de la planta interior está formado por vigueta de escuadría de madera de pino apoyada sobre durmientes del mismo material. El piso está formado por tablero. Las viguetas de cubierta apoyan en la viga que forma la cumbre y en los muros Norte y Sur. Un doble tablero de madera sirve de apoyo a un mortero de tierra con arlita que aísla la cubierta, protegido con una lámina tipo TYVEK que sirve de impermeabilizante ante posibles filtraciones de la teja, que es cerámica curva y se coloca sobre rastreles.

Los revestimientos exteriores están formados por dos capas. Un trullado de mortero de cal con paja muy fina en el interior y una exterior con revoco de arena y de cal en mayor proporción. Las carpinterías son de madera de pino y los acristalamientos dobles de tipo climalit. El peldañado de la escalera se ejecutó con piezas macizas de madera de pino sobre zancas y pasamanos del mismo material. La madera se trató con protectores naturales. El saneamiento se realizó con tubería de polietileno con junta elástica y la fontanería con tubería de cobre.

LA ARQUITECTURA TRADICIONAL Y LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La arquitectura tradicional es esencialmente bioclimática, pues el transcurso del tiempo, de los años, de los siglos, ha depurado las formas y disposiciones más apropiadas para el lugar y el clima. La forma de paralelepípedo, de volumen único y puro, establece las mejores condiciones del interior para el ahorro de energía.

El clima continental extremado de la comarca exige una orientación precisa para cada pieza del programa, dando al Sur las zonas vivideras, al Este y al Oeste otras dependencias como aseos y escaleras; y totalmente cerrado el edificio al Norte. Los vanos de gran superficie se colocaron en la orientación Sur y los medianos en las orientaciones Este y Oeste, para mejorar la captación solar directa.



Figura N°4. Fachada sur, con galería, boca de la gloria, y paneles de energía solar térmica.

Se situó en el acceso, en orientación Sur, una galería acristalada como método para obtener ganancias solares pasivas. La gran inercia térmica del muro Sur de tapial es idónea para el almacenamiento del sobrecalentamiento conseguido con el efecto invernadero. Este se abrirá en los meses calurosos para favorecer la circulación de aire. La colocación en la fachada de plantas trepadoras de hoja caduca protege en los meses más calurosos del sobrecalentamiento, y en los meses más fríos permite el paso del sol.

La calefacción tiene dos orígenes. El primero es el invernadero, ya descrito. La "gloria" constituirá el segundo origen del calor en los meses fríos. Se compone de una serie de conductos paralelos bajo el suelo, formados por muretes de ladrillo que sustentan bóvedas del mismo material. Están comunicados entre sí de tal modo que hagan discurrir el humo producto de la combustión desde el "enroje" o espacio de mayor tamaño en el que se quema el combustible (normalmente pacas de paja) y la chimenea situada en el extremo opuesto. La gloria, constituida así desde la época romana, sirve de apoyo a una solera de tierra comprimida rematada con baldosas de barro cocido. Este sistema que facilita la circulación de aire bajo el edificio, podría servir en los meses de calor como refresco y es garantía frente a humedades por capilaridad.

El agua caliente sanitaria se produce mediante un sistema de energía solar térmica, en equipo compuesto por dos colectores solares térmicos de 2 m² con un depósito de 150 l en cada una de las viviendas. Los equipos, de tipo termosifónico, se colocaron encubierta con orientación sur. Como sistema de apoyo para los días en que no puede garantizarse suficiente captación de energía solar (unos 30 anuales) se colocó un calentador de gas butano. También se instaló un equipo de energía solar fotovoltaica, del tipo de conexión a red, según el Real Decreto 22/1998.

Es decir, el conjunto de las viviendas producirá energía eléctrica, mediante una instalación de potencia de 5,3 kWp, que venderá a la compañía eléctrica. La instalación se colocó en el exterior de la parcela, en el lugar donde su máximo soleamiento quedaba garantizado, con orientación Sur e inclinación de 40°. Se instalaron 50 módulos solares de la casa Isofotón I-106, con dos inversores de la marca Sunny Boy de 2500 W.





Las diez viviendas en verano, al atardecer, desde el hostigo, con los paneles fotovoltaicos al fondo.

EL AHORRO ENERGÉTICO Y LAS MÍNIMAS EMISIONES

Dada la singularidad del entorno y el destino de la construcción, se hizo mucho hincapié en que la actuación fuese totalmente ecológica, respetando todas las medidas conocidas de ahorro energético, incluso las que se relacionan con la selección de materiales constructivos.

Todos los elementos de obra provocan impactos en el medio, de mayor ó menor importancia, a lo largo de todo su proceso de fabricación. La evaluación de estos impactos sobre el suelo (el movimiento de tierras, el transporte de las materias primas), sobre el aire (son contaminantes en mayor o menor medida, su transporte influye, etc.), sobre la vegetación, sobre el paisaje, sobre la agricultura, sobre el medio socioeconómico y la cultura, constituyen el criterio bajo el cual un material es o no es considerado de bajo impacto ambiental. Con este razonamiento han sido seleccionados los materiales constructivos utilizados en las viviendas.

Es evidente que el tapial es el material más inocuo desde este punto de vista: procede del mismo espacio físico en el que se edifica, no requiere apenas transporte, su puesta en obra y su manipulación no contaminan, no contiene materias tóxicas y su proceso de reciclado para una futura desaparición es limpio y completo. Pero el resto de materiales empleados en el levantamiento de los edificios ha pasado por una selección similar, en la que se han desechado las posibilidades más contaminantes. Se ha utilizado madera del lugar, cal, derivados del petróleo de menor contaminación y se han limitado los revestimientos plásticos ó con elementos químicos en su composición. Se han buscado materiales reciclados y se han utilizado

elementos de recuperación, y ha sido previsto el posible reciclaje en un futuro de todas las unidades. También el agua, como bien escaso, ha sido objeto de estudio para su gasto mínimo en la ejecución de las viviendas y en el consumo doméstico mediante dispositivos ahorradores y de recuperación de agua.

La evaluación global de este esfuerzo en la selección de los materiales es cuantificable. Si se ha utilizado tierra cruda en la creación de muros de carga y cerramiento, proceso constructivo que consume aproximadamente 0,4 MJ/Kg de energía incorporada, en lugar del sistema más convencional de estructura de hormigón y fachadas cerámicas, con un consumo de 3,4 MJ/Kg, existe una diferencia entre ambos de 3 MJ/Kg de ahorro energético y como consecuencia de contaminación no provocada. Si la producción de energía para calefacción es un sistema de producción solar, ya sea pasiva ó activa, o biomasa, en lugar de gasóleo ó electricidad, el ahorro producido será de 12 toneladas de CO₂ al año. La energía solar fotovoltaica instalada supone un ahorro de 172 toneladas de CO₂ a lo largo de veinticinco años de vida útil. Los demás materiales utilizados en obra pueden ser objeto de una evaluación comparativa similar, que pueda concretar con cifras el esfuerzo realizado.

PARTICIPANTES Y PROMOTORES. DINERO Y RECURSOS

La construcción de las 10 viviendas contó con recursos propios de los fundadores de la Sociedad Cooperativa "Entramado" en un 30%, además de fondos públicos a través del programa LEADER 2 de la unión Europea. En consonancia con la iniciativa de solidaridad que promueve el proyecto en sus líneas generales, se formó un "fondo de financiación solidaria" a través de préstamos privados.

El Centro de Investigación y Formación en Actividades Económicas Sostenibles (CIFAES) mantuvo, durante todo el proceso de la construcción, la idea de utilización del proyecto y el patrimonio histórico rural como un nuevo marco educativo, y realizó numerosas actividades formativas. Entre estas actividades formativas, estuvo la de preparar a un grupo de jóvenes de la comarca como futuros profesionales, que trabajaron y aprendieron las técnicas durante la construcción.

Otras ayudas, no económicas, fueron constituidas por la ONGD "Arquitectos sin Fronteras Castilla y León", que colabora habitualmente en tareas de divulgación, preparación y asesoramiento en materia de recuperación y valoración de patrimonio rural e histórico, además de prestar su ayuda y asesoramientos técnicos. El Departamento de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid controló en su laboratorio las características técnicas de la utilización nueva de un material tan antiguo como la tierra cruda. En este caso analizó los bloques de tierra comprimida.



UNA EXPERIENCIA REVELADORA

La ejemplaridad que ha supuesto la singularidad del proyecto ha sido muy alta: todos los recursos movilizados han participado en conseguir nuevos patrones de producción, consumo y tecnología, rompiendo el esquema del usuario de la vivienda totalmente ajeno a la producción de su espacio vital. En esta experiencia, usuarios han sido promotores, gestores y constructores, participando de forma total en la producción de su propia vivienda. Esta posibilidad es muy difícil de conseguir en el proceso constructivo convencional y facilitó la personalización de la vivienda al modo de vida del propietario. Las viviendas, ya construidas y en uso, han supuesto un importante impacto social y económico al conseguir notables mejoras con cambios en las conductas y actitudes de la población.

El tipo de actividad, a través de cooperativa, con ayuda de fondos públicos, etc., ha mostrado una nueva forma de ejercer la participación de los ciudadanos en la recuperación de su espacio social, cultural y público. Se han recuperado patrimonio, oficios y sistemas constructivos tradicionales, ya que la construcción con tierra fue perdida totalmente hace 50 años, y con ella trabajadores especializados que supieran como utilizarla. La construcción convencional que ahora se realiza, con hormigón armado, ladrillo muy cocido, acero, etc., es actualmente más barata que la tradicional de tierra y de madera. Esto se debe a que la construcción con materiales más naturales y de menor impacto para el medio ambiente está fuera de los circuitos convencionales de los contratistas locales. La buena práctica ha conseguido que se recupere esta excelente tradición constructiva y que nuevamente existan técnicos capacitados. Ha dinamizado el entorno rural, con mejoras sociales, y ha creado puestos de formación y trabajo. Existen 10 nuevas viviendas y sus nuevos ocupantes facilitarán el asentamiento de jóvenes que ayuden a recuperar los niveles de población.

Desde el punto de vista del patrimonio histórico, las edificaciones se han orientado hacia el respeto absoluto con la tradición existente, en cuanto a materiales, diseño, forma de asentamiento en el paisaje, etc. La construcción convencional actual a menudo destruye el paisaje con inadecuadas construcciones: en este caso se ha intentado y conseguido que la nueva edificación “forme parte” de este paisaje. Se ha mostrado que es posible construir de forma compatible con el medio ambiente, sin destruir el patrimonio cultural y paisajístico existente.

Con respecto a la categoría de edificio de bajo impacto ambiental, tanto los materiales utilizados como los sistemas de construcción aúnan tecnología con sostenibilidad. Por una parte se ha utilizado energía solar fotovoltaica,



de alto nivel tecnológico. Y por otra, y mostrando que es compatible, se han utilizado sistemas tradicionales, como "glorias", invernaderos, etc. Los materiales empleados en la construcción han sido la tierra, como elemento básico, y otros materiales, siempre mínimamente sintéticos, lo más naturales posible, y siempre ó reciclados ó reciclables.

Las viviendas están preparadas para un mínimo consumo energético a través de medidas ahorradoras, del consumo de energía solar, y del diseño bioclimático que, gracias a sistemas pasivos, como invernaderos, muros de gran inercia térmica, etc., hacen reducir al mínimo las necesidades energéticas. Pero esta previsión de ahorro energético no puede funcionar si no hay un usuario consciente de que su participación y un mantenimiento adecuado son fundamentales, lo que se cumple plenamente en este caso. Como conclusión, la divulgación que se está realizando y continuará en un futuro, pretende dar a conocer que la construcción de este tipo de edificios es posible, e intenta hacer llegar a los estamentos públicos sensibilidad hacia este tipo de soluciones. Entre las lecciones aprendidas, la principal consiste en comprobar que la legislación, las normativas vigentes y las exigencias administrativas actuales no incluyen el uso de materiales de bajo impacto ambiental y de la tierra cruda en la construcción, relegando su uso. El gran desconocimiento del material hace que seguros y otros tipos de garantías sean muy difíciles de obtener.

Es necesaria la ayuda de la Administración y la creación de fondos públicos para realizar estas experiencias nuevas. Sin ellos, el proyecto no hubiera sido posible. Las ayudas estatales deben considerar que de estos prototipos se extraen beneficios para toda la comunidad, de forma colectiva, a medio y a largo plazo, en todo lo que se refiere a ahorro de energía para las actuales y sobre todo las futuras generaciones.

La experiencia completa fue presentada al "IV Catálogo Español de Buenas Prácticas para la Mejora de Asentamientos Humanos", de Naciones Unidas, año 2002, obteniendo la calificación de "Good".

Arquitectos del proyecto:

María Jesús González, Francisco Valbuena y Jorge
Silva

Aparejador del proyecto:

José María Sastre



Bibliografía

- | | | |
|--|------|--|
| JORGE SILVA, MA-
RÍA JESÚS GONZÁ-
LEZ, FRANCISCO
VALBUENA | 2002 | HIGH TECHNOLOGY LINKED TO VERNACU-
LAR EARTH CONSTRUCTION: AMAYUELAS.
Moderner Lehnbau 2002. Berlín, 2002 |
| ENERPAL | 2002 | AMAYUELAS DE ABAJO, MUNICIPIO ECO-
LÓGICO. Revista "Era solar, energías renova-
bles", número 108 |
| BASTERRA, AL-
FONSO Y JOVÉ,
FÉLIX | 2001 | LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA CRUDA
HOY. Revista "AC, Arquitectura y Construcción"
Número 1, junio 2001. Valladolid, 2001 |
| ONU. | 2001 | IV CATÁLOGO ESPAÑOL DE BUENAS
PRÁCTICAS PARA LA MEJORA DE ASEN-
TAMIENTOS HUMANOS. Naciones Unidas |

Autores

Jorge Silva Uribarri: Arquitecto por la ETSAV, en ejercicio libre de la profesión desde 1993. Socio de la ONGd Arquitectos Sin Fronteras Castilla y León, presidente de la misma entre 1999 y 2003. Especialista en cooperación para el desarrollo de asentamientos humanos en el tercer mundo por la UPM. Miembro del grupo de trabajo de arquitectura sostenible del Colegio de Arquitectos de Castilla y León Este. Correo electrónico: silvaUribarri@hotmail.com y watark@hotmail.com . Teléfono 983 356 312 (añadir prefijos internacionales).

Carmen del Rey Vieira: Arquitecta por la ETSAV, en ejercicio libre de la profesión desde 2000. Socio de la ONGd Arquitectos Sin Fronteras Castilla y León, miembro fundador del centro para la recuperación del patrimonio rural, vicepresidenta de la ONGd Arquitectos Sin Fronteras Castilla y León entre 2001 y 2004. Especialista en cooperación para el desarrollo de asentamientos humanos en el tercer mundo por la UPM. Miembro del grupo de trabajo de arquitectura sostenible del Colegio de Arquitectos de Castilla y León Este. Correo electrónico: carmendelreyv@hotmail.com . Teléfono 983 308 271 (añadir prefijos internacionales).



BIOARQUITECTURA Y SUSTENTABILIDAD

La arquitectura desde un enfoque ecologista, una visión integradora del hombre, el ambiente y la salud en el marco de la sustentabilidad

Arq. Nicolás Bechis- Arq. Daniela Verzeñassi

Resumen

Estamos viviendo una crisis ambiental planetaria sin precedentes. Problemas de escalas difíciles de abarcar para entender su verdadera dimensión. En esta crisis ambiental la construcción –como actividad- tiene una gran responsabilidad en sus causas principales: deforestación; calentamiento global; emisión de sustancias químicas al aire, agua y tierra; desertización, pérdida de biodiversidad. Motivo por el cual creemos prioritario cambiar nuestras miradas acerca de la responsabilidad que nos cabe como profesionales relacionados con esta actividad.

La bioarquitectura como una nueva manera de construir propone, a modo de ejemplo, la práctica del diseño bioclimático, la construcción con tierra, la utilización de energías limpias, el uso de materiales sanos.

La Bioarquitectura propone un nuevo paradigma que basado en la Sustentabilidad, nos sitúe como promotores de la salud del ambiente y de las personas y no como contribuyentes en este andar desenfrenado, sin límites ni preocupaciones sobre el mundo que le estamos dejando a las próximas generaciones.

Abstract

We are living a planetary crisis without precedents. Problems are as wide that is very difficult to understand their true dimension.

The construction-as an activity-has a great responsibility into the principal causes of this ambiental crisis: deforestation, global heating, and emission of toxic chemicals to the earth, air and water, desertization, loss of biodiversity. We believe it is priority to change our vision with regard to the responsibility that we have as professionals related with this activity.

Bioarchitecture, as a new way of construction, propose, as mode of example: the practice of the bioclimatic design, the construction using earth, the utilization of clean energies, and the use of healthy materials.

The bioarchitecture propose a new paradigm based on the Sustainability, that should situate us as health promoters of the people and of the ambient, and not as contributors of this going on without limits and without worries about the world we are leaving to the next generations.



Crisis Ambiental

El tiempo que nos ha tocado vivir, no es un tiempo cualquiera. En estos 10 años que nos quedan por delante estaremos definiendo el futuro de nuestra especie, al menos como hoy la conocemos.

Son tiempos difíciles, críticos, pero a la vez desafiantes.

Han pasado ya 32 años de la 1^o Conferencia Mundial sobre Ambiente Humano realizada en Estocolmo y, aunque aquel acontecimiento evidenciara un reconocimiento político de la problemática ambiental, la situación ecológica planetaria no solo no ha mejorado sino que ha empeorado.

La pérdida de la diversidad biológica, que ha puesto en riesgo la supervivencia de todas las especies vivas que habitan en él, es uno de los mayores problemas que sufre nuestro planeta, con repercusión directa en la vida del hombre (aunque muchos no lo adviertan).

La destrucción y eliminación de la biodiversidad del mundo es también la desaparición de la diversidad cultural que ella encierra.

Tomando palabras de E.O.Wilson "la pérdida de la biodiversidad es el proceso más importante del cambio ambiental... porque éste es el único proceso totalmente irreversible."

El calentamiento global, la lluvia ácida, la merma de la capa de ozono y la descarga de sustancias químicas en el aire, el suelo y el agua todas consecuencias de la actividad humana absolutamente desentendida del futuro del planeta, son junto a la deforestación los responsables de la pérdida de biodiversidad en el mundo entero.

Comenzar a revisar y cambiar las conductas humanas que han llevado al planeta a un estado de casi agonía, es una tarea difícil, pero posible y necesaria.

La única vía posible es que los seres humanos puedan generar una visión acabada, no fragmentada de la crisis ambiental y consecuentemente social. Esa visión dependerá de la aceptación de que este no es un problema solamente de "árboles", "aves" o "ballenas", sino que lo que está en juego es la vida de ellos y la de sus hijos.

La situación actual del planeta es la cara visible de una crisis de civilización, que reclama en nombre de la supervivencia un cambio sustancial en la concepción del hombre y su mirada y entendimiento de la naturaleza.



Ahora bien, nuestras ciudades no están ajenas a esta crisis ambiental de escala planetaria. Se manifiestan como ciudades enfermas atravesando un momento crítico respecto de su futuro. Es hora de que comiencen transitar andariveles hacia la sustentabilidad y se transformen en espacios saludables donde se propicien los encuentros, la vida.

La construcción, la arquitectura y el urbanismo son factores con gran responsabilidad en el estado actual de nuestros territorios por su gran capacidad de transformación de los mismos. Es importante en este sentido comprender que en cada elección que tomemos para llevar adelante una acción que las materialice, estaremos colaborando o no a que esta situación se agrave, o por el contrario, encontrando nuevas formas respetuosas con el ambiente y por ende con la vida de todos nosotros.

Responsabilidad de la construcción en el daño del ambiente y la salud humana

Al analizar qué actividades se involucran directa o indirectamente con los problemas ambientales, nos encontramos con la construcción encabezando la lista en muchos casos.

- Más del 40% de las materias primas (en peso) de todo el mundo se consume anualmente de forma directa en la construcción. (1)
- Más del 45% de todo el consumo energético del mundo y una porción similar de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) (más de 40 millones de toneladas anuales) están relacionados con la construcción. (2)
- El 26% de los residuos vertidos al medio ambiente proviene de las actividades de la construcción. (3)
- Una porción del 15% del calentamiento global del planeta es responsabilidad de la tala de árboles para el uso de madera en la construcción. (4)

El agotamiento de los recursos naturales no renovables, la reducción de la biodiversidad y la expulsión de contaminantes al ambiente están indefectiblemente vinculados con la construcción. Todas las actividades que giran alrededor de ella han generado (y lo siguen haciendo) impactos altamente destructivos e irreversibles. De aquí nuestra aseveración de que no caben dudas de la participación de la construcción en la actual crisis ambiental, y nuestra advertencia de la necesidad de comenzar a replantearnos sobre nuestro accionar y consecuente responsabilidad sobre la salud del ambiente y del hombre.

Es en este escenario donde vemos a la Bioarquitectura como uno de los posibles ángulos desde donde comenzar a construir la sustentabilidad deseada. El mundo de hoy exige una revisión del andar de nuestra disciplina; un nuevo entendimiento de las relaciones entre los hechos que suceden a diario y nuestro accionar. Una disciplina distinta, coherente con este tiempo, asegurando la salud y bienestar de los hombres y, de la vida del planeta; una concepción integradora, abarcativa, sistémica de la relación entre las construcciones y las personas.

La construcción y su relación con la biosfera desde un enfoque ecologista

Dentro de la biosfera que es la parte de la esfera terrestre donde se manifiesta la vida operan los ecosistemas. Estos no son sistemas aislados, sino que tienen un contexto espacial entrelazado que se caracteriza por sus partes y por las interacciones de flujos de energía y materia entre esas partes.

Desde una visión holística los ecosistemas son considerados como interdependientes e interconectados ya que tanto en el interior de los ecosistemas como entre ellos existe una red de dependencias recíprocas. Esto implica que los cambios que se produzcan en cualquier parte del sistema afectarán al funcionamiento de todo el conjunto, a corto o a largo plazo, aún cuando el grado de dependencia mutua pueda parecer remoto.

Toda actividad constructiva modifica el ambiente ya que utiliza, redistribuye y concentra recursos energéticos y materia en un área específica, alterando el ecosistema en su funcionamiento y composición. El uso y mantenimiento del medio edificado también demanda otros recursos y energía de los ecosistemas.

Generalmente, los impactos resultantes de la actividad constructiva sobre el ecosistema producen una simplificación y degradación del mismo.

Estas alteraciones y simplificaciones en los ecosistemas por su condición de interconexión pueden dañar la capacidad entera de la naturaleza para desarrollar las funciones de las que dependen nuestras vidas.

La cuestión crucial es que para la población y sus sistemas edificados los servicios y el funcionamiento de los ecosistemas de la biosfera se convierten cada día en más indispensables.

Bioarquitectura

La **bioarquitectura** funda sus bases en el concepto de la **sustentabilidad** al asumir gran responsabilidad en la construcción del hábitat humano con



el compromiso de satisfacer las necesidades reales de las sociedades actuales sin comprometer el futuro de las nuevas generaciones y del planeta.

Sustentabilidad que se construirá desde sociedades más atentas a los problemas socioambientales, que en sus marchas transformen la cultura del derroche, del consumo desenfrenado del capital natural hacia la cultura de la permanencia. Comprometerse en la búsqueda de un nuevo paradigma basado en la sustentabilidad se convierte en un nuevo desafío para nuestra disciplina.

En este contexto la bioarquitectura se constituye en una búsqueda de equilibrios entre lo necesario y lo posible. Pretende reducir los impactos negativos generados por las construcciones sobre la salud, los ecosistemas y los recursos naturales de la tierra a través de la integración simbiótica de los sistemas artificiales creados por el hombre y los sistemas ambientales.

En esta nueva construcción la bioarquitectura utiliza herramientas tales la práctica del diseño bioclimático, el uso de energías limpias, la utilización de materiales saludables y de bajo impacto ambiental, provenientes de producciones limpias para lograr la armonía entre los medios edificados y los ecosistemas que los contienen.

Ecosistemas que proveen el soporte para la existencia física de los edificios como así también fuentes desde donde nos proveemos de recursos energéticos y materiales necesarios para su construcción.

El proceso de proyecto bioarquitectónico se define como una **gestión responsable de energía y materiales**. La energía y los recursos materiales de la tierra son gestionados y concentrados por el arquitecto proyectista el que les da una forma temporal, para el período de la vida útil de la edificación, los que al finalizar se reciclarán, se reutilizarán, se asimilarán o serán evacuados como residuos en la biosfera.

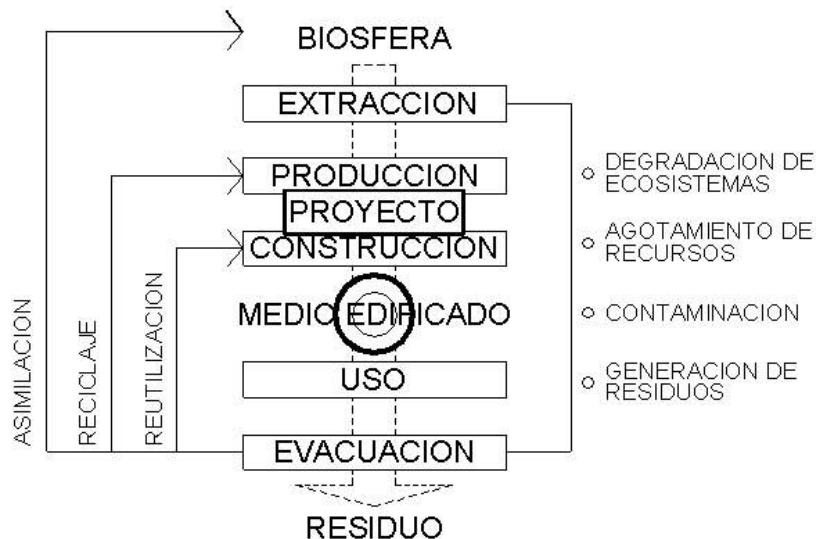
La bioarquitectura con su visión holística, abarcativa e interdisciplinaria amplía sus incumbencias a campos aparentemente ajenos a ella tales como la producción, el uso eficiente de energía, el reciclaje, la reutilización de los desechos.

Entendemos que la responsabilidad que cae sobre el arquitecto frente a la obra, va más allá de la construcción misma y los posibles problemas que surgieran en ella. El proyectista es también responsable en términos humano - ambientales, ya es él quién los selecciona, de los materiales con los cuales construye la obra, de los componentes de los mismos y los im



pactos que éstos provocan en el ambiente y en la salud. Cuestiones que deberán evaluarse no solo en la obra misma, sino que se analizarán desde la extracción de la materia prima necesaria para la fabricación del material, la producción del mismo, hasta su eliminación una vez concluida su vida útil; es decir siguiendo la ruta de los materiales "desde la fuente al vertedero".

Es en la etapa de proyecto donde el arquitecto puede tomar decisiones determinantes a favor del ambiente. Es allí donde se define la confección del medio edificado, sus materiales, las técnicas constructivas, la distribución de los espacios, los sistemas necesarios para su funcionamiento y los posibles modos de los usos.



Cuadro 1. El proyecto como etapa clave para la toma de decisiones a favor del ambiente dentro del circuito de la construcción.

Cada material, producto y componente a utilizar en una construcción debe ser estudiado cuidadosamente, en particular sus especificaciones técnicas, su proceso de fabricación y su rendimiento. La intención es detectar la posible toxicidad del material, los efectos sobre el ser humano y el ambiente.

Debemos tener en cuenta que muchos de los materiales de construcción de uso corriente se vinculan con procesos industriales muy complejos y altamente contaminantes. Establecer el contenido tóxico de un material por el conocimiento de la cantidad de componentes químicos, el régimen de emisión de los gases que pueden ser transmitidos a los ocupantes de un edificio y otras características potencialmente peligrosas, es imperioso a la hora de la elección del material a utilizar.

Es ineludible la necesidad de un compromiso responsable y serio con la salud de quienes habitarán nuestras construcciones y, de todas las personas que se vinculan directa o indirectamente con la actividad constructiva. Como también con la salud del planeta que, aunque parezca tan lejano, sin embargo está a nuestro alcance en cada acto de elección de un material.

Debemos prestar atención también a dos cuestiones cruciales en el actual deterioro ambiental: el gasto energético que esconde un material, ya sea desde la energía que requiere la extracción de la materia prima, el gasto energético del transporte utilizado para llevar el material al lugar de producción, la energía utilizada en la producción de los elementos constructivos, y la energía para transportar el producto final al lugar de venta y de aquí a donde se ejecuta la obra. La segunda cuestión, refiere a la contaminación que esa cadena genera, por ejemplo el impacto ecológico de las emisiones de dióxido de carbono producto del consumo de energía proveniente de combustibles fósiles que son a su vez recursos no renovables. Junto con los criterios arquitectónicos habituales (estéticos, de costes, etc.), la selección de los materiales deberá hacerse ateniéndose a los criterios ecológicos siguientes:

- La toxicidad del material para los seres humanos y los ecosistemas.
- Impacto ecológico incorporado del material (el impacto sobre el medio ambiente como consecuencia de la producción y transporte del material a la obra).
- Energía incorporada al material (el coste energético de producir y transportar el material a la obra).
- Potencial de reutilización y reciclaje del material (como consecuencia del desgaste inevitable o al final de la vida útil del edificio).

Analizaremos aquí de acuerdo a los conceptos desarrollados el caso de los ladrillos de tierra cocida.

La degradación y contaminación ambiental que produce la actividad ladrillera tiene las características y las consecuencias ambientales de una contaminación grave e irreversible. Ese carácter contaminante surge a partir del uso depredatorio que supone la explotación de los mejores suelos.

La industria ladrillera esta asentada principalmente en las áreas periféricas de las ciudades. Este asentamiento provoca la destrucción de la flora y fauna nativa, la depredación de los mejores suelos es decir de la capa fértil. La formación de esa capa de humus insume muchos años, y depende de una suma de procesos naturales muy lentos, por lo que la depredación es prácticamente irreversible



Los problemas ambientales derivados de la producción de ladrillos no se limitan a la destrucción de los horizontes superficiales y de mayor riqueza de los suelos. La actividad ladrillera genera también, entre otras cosas, una notable contaminación del aire, ya que en los hornos pequeños y medianos se utilizan diversos materiales combustibles sustitutivos, tales como cubiertas usadas, aceites industriales usados, maderas de distintos orígenes, entre otros, que producen particulados y contaminación atmosférica.

La destrucción de los horizontes superficiales por la actividad ladrillera implica también la destrucción de especies vegetales nativas, y en general la destrucción de nichos ecológicos utilizados por diversas especies de cadenas tróficas complejas, que resultan así desarticuladas. La destrucción del suelo y la consiguiente ruptura de esos ciclos, desata modificaciones negativas de los procesos hidrológicos generales.

A su vez es considerable el impacto paisajístico de las periferias, debido a las grandes extensiones de tierras degradadas, y desoladas producto de las cavas resultantes de la explotación de las tierras para la producción de ladrillo.

Ante este análisis sobre las consecuencias ambientales provocadas por uso de ladrillos de tierra cocida se plantea la necesidad de búsqueda de caminos alternativos que posibiliten la continuidad de manera sustentable de construcción de espacios habitables.

Concluimos a través de una evaluación con los lineamientos mencionados que la alternativa de la **construcción con tierra** cobra enormes fuerzas ya que posee diferentes potencialidades que responden a nuestro entender a una visión holística, a una búsqueda real de un cambio de paradigma conducente a la sustentabilidad no solo ambiental, sino también económica y cultural. Como su nombre lo indican las construcciones de tierra utilizan como materia prima suelos- tierra del mismo solar en donde se edificará, sin desechar la capa fértil del suelo, sino por el contrario, ya que el suelo debe estar libre de materia orgánica.

Esto supone un mínimo impacto ecológico al emplazamiento de la obra, mínimo gasto energético para su extracción y producción y la inexistencia de transporte con las negativas consecuencias ambientales que este conlleva.

Además de ser la tierra un material "sano y ecológico" una vez materializada la obra por sus características ambientales en cuanto a composición, durabilidad, respuesta térmica y prestación. Sumados a la condición de ser un material fácilmente asimilable por la biosfera una vez concluida su vida útil.



Técnicas constructivas ambientalmente correctas que recuperan valores y saberes olvidados hacen de las construcciones en tierra un pilar fundamental en el que se asienta la Bioarquitectura en su aporte a la sustentabilidad.

Reflexionar sobre los problemas ocasionados por la construcción en la salud del ambiente y de las personas, llevará a fomentar el desarrollo de mercados de materiales alternativos saludables, como también a la puesta en práctica de nuevas conductas y compromisos con la vida. La utilización de materiales adecuados, que signifiquen un menor costo energético en su producción, que provengan preferiblemente de fuentes renovables, con posibilidad de reciclaje y que además no afecten a la salud de las personas y del ambiente, son los requisitos para hacer de nuestras construcciones un lugar ambientalmente sensible, económicamente sustentable y humanamente habitable.

Esta breve síntesis forma parte del trabajo de tesis, "BIOARQUITECTURA Y SUSTENTABILIDAD", que finaliza con el desarrollo de un proyecto bioarquitectónico experimental ubicado en las afueras de la ciudad de Paraná, Entre Ríos.

Bibliografía

- | | | |
|---|------|---|
| OPS (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD) | 1993 | NUESTRO PLANETA, NUESTRA SALUD. Informe de la comisión de salud y medio ambiente |
| KEN YEANG | 2001 | EL RASCACIELOS ECOLOGICO
Editorial Gustavo Gili ; Barcelona, España
303 pág., ISBN: 84-252-1833-0 |
| KEN YEANG | 1999 | PROYECTAR CON LA NATURALEZA
Editorial Gustavo Gili ; Barcelona, España
198 pág., ISBN: 84-252-1763-6 |
| CESAR CARLI | 1976 | LAS ESCLUSAS
Publicación auspiciada por Enrietto EC y ECE Santa Fé, Argentina; 63 pág. |



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"Ca Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

ELISABET SABTOURIS	1993	GAIA, LA TIERRA VIVIENTE Editorial Planeta.; Bes As, Argentina 341 pág., ISBN: 950-742-421-0
LAURA COLLET, ARTURO MARISTANY, LEANDRA ABA- DIA	1995	DISEÑO BIOCLIMATICO DE VI- VIENDAS Ediciones Eudecor
SUMMA	1985	ARQUITECTURA Y ECOLOGIA Colección Temática 3/85 Summa, Buenos Aires, Argentina
ERIC CHIVIAN	1995	SITUACION CRITICA Ediciones La flor del viento
INSTITUTO WORLDWATCH	1994	UN MUNDO SUSTENTABLE Editorial Planeta
ROBERTO FERNANDEZ	2001	DERIVAS, ARQUITECTURA EN LA CULTURA DE LA POSURBANIDAD UNL; Santa Fé, Argentina 329 pág., ISBN: 987-138-8

Referencias

(1), (2), (3), (4) Fuente: Keang Yeang, 1998

Autores

Nicolás Bechis: Arquitecto, graduado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UNL - 2002. Evaluador de Impacto Ambiental (Curso Internacional de Posgrado 2004) - FLACSO- Sede Académica Argentina; Integrante de la Comisión de Salud y Ambiente Urbano del Foro Ecologista de Paraná, Entre Ríos, Argentina.

Dirección de correo electrónico: nicobechis@hotmail.com - teléfono: 0342-4740685

Daniela Verzeñassi: Arquitecta, graduada en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UNL - 2003. Evaluadora de Impacto Ambiental (Curso Internacional de Posgrado 2004) - FLACSO- Sede Académica Argentina; Integrante de la Comisión de Salud y Ambiente Urbano del Foro Ecologista de Paraná, Entre Ríos, Argentina.

Dirección de correo electrónico: danielaverze@hotmail.com - teléfono: 0343-226162



UNA EXPERIENCIA DESDE ESTUDIANTES

Proyecto Hornero

RESUMEN

Proyecto Hornero es un grupo de investigación en el tema de la construcción en tierra y el manejo sustentable de energía y recursos. Surge en mayo de año 2002 a iniciativa de la Asociación de Estudiantes de Agronomía y del Centro de Estudiantes de Arquitectura, como consecuencia del tornado que azotó la zona de Progreso y Joanicó en Canelones, Uruguay. El trabajo incluye el manejo de la tierra como elemento de construcción así como también el tratamiento adecuado de efluentes sanitarios, aplicado especialmente al medio rural. Uno de los objetivos particulares es la construcción de un Prototipo Global de Experimentación (Casa de Estudiantes - PGE). Esta casa será un modelo vivo de la técnica y la herramienta para generar transferencias de conocimientos sobre los temas manejados por el Proyecto. Se busca revalorar una técnica tradicional y rescatar la transferencia generacional que se ha ido perdiendo. Se apunta a generar instancias de difusión y replicabilidad en el medio rural. Hasta el momento se han realizado presentaciones del proyecto y jornadas prácticas para productores rurales y estudiantes, como introducción a la técnica y como base para la formación de un grupo de trabajo. Se entiende imprescindible la generación de este ámbito donde se conjugan los aspectos teóricos y científicos con el saber popular. Proyecto Hornero está avalado por las facultades de Agronomía y Arquitectura, el Centro Regional Sur y la Dirección General de Arquitectura, y es impulsado y desarrollado activamente por estudiantes. Cuenta con el asesoramiento y participación de docentes de distintas Facultades de la Universidad de la República, constituyendo una rica experiencia de investigación y enseñanza. El Programa de Desarrollo Tecnológico aprobó la financiación del proyecto en diciembre de 2003 para los próximos dos años de trabajo. Desde mayo de 2004, Proyecto Hornero es institución amiga de Proterra..

ABSTRACT

Proyecto Hornero is a researching work group about the topics of construction with earth and sustainable management of energy and resources. It was created in May 2002 as an initiative from the Asociación de Estudiantes de Agronomía and the Centro de Estudiantes de Arquitectura, searching for a solution to the damage caused by the tornado that lashed



the zone of Progreso and Joanicó in Canelones, Uruguay. The work includes the use of earth as a construction material and also the appropriate treatment of the sanitary effluents, specially applied to the countryside. One of the particular objectives is the construction of a Global Experimentation Prototype (Students residence - PGE). This building will be a living model of the technique and the tool to generate knowledge transferences of the subject develop by the group. The project is looking for the revaluation of a traditional technique and the rescue of the generational transference that have been disappearing. The intention is to generate instances in the countryside of diffusion and reapplication of the technique. Up to the moment, the team has been making presentations of the project and practical workshops for rural producers and students as an introduction to the technique and as a base for the creation of a working group. It is essential the foundation of this group where theory and science fit together with the popular knowledge. Proyecto Hornero is endorsed by the Agronomy and Architecture schools, Centro Regional Sur and Dirección General de Arquitectura and is actively driven and developed by students. It counts with the advice and participation of teachers from different schools of Universidad de la Republica, being a rich experience of research work and teaching. The Programa de Desarrollo Tecnológico, approved the financing of the Project in December 2003 for the next two years of work. Since May 2004, Proyecto Hornero is friend institution of Proterra.

INTRODUCCIÓN

En la región sur de Uruguay, en el departamento de Canelones, la Universidad de la Republica cuenta con una estación experimental que depende de la Facultad de Agronomía, el Centro Regional Sur (CRS). Dicho centro, se caracteriza por conjugar las tres funciones universitarias de enseñanza, extensión e investigación. Se trata de un espacio universitario enclavado en una región granjera que aporta al desarrollo de los sistemas de producción intensivos del país.

En marzo de 2002 un fuerte tornado azotó esta zona causando daños irreparables no solo a este centro universitario sino también a más de mil quinientos pequeños productores rurales. Esta estación contaba con una pequeña casa de madera que funcionaba como alojamiento para estudiantes que realizaban talleres, tesis y pasantías así como también lugar de reunión con productores de la zona. La casa construida por los propios estudiantes fue totalmente destruida por el tornado y su reconstrucción fue encarada, también por estudiantes, siguiendo el espíritu experimental del



centro utilizando la tierra como elemento de construcción así como también el tratamiento adecuado de efluentes sanitarios, aplicado especialmente al medio rural.

Este emprendimiento comenzó a gestarse a partir del trabajo interdisciplinario de estudiantes de agronomía, arquitectura y ciencias. El grupo cuenta con la participación del Prof. Arq. José Luis Mazzeo como tutor, así como también con el asesoramiento de docentes de distintas facultades de la Universidad de la República. En febrero de 2003 se presentó esta propuesta al llamado del Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT)(1) para proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico en el área de energía.

En diciembre de 2003, luego de que el proyecto fuera analizado por un comité de evaluadores internacionales junto a otras propuestas, se conoció la aprobación del financiamiento para los próximos dos años de trabajo.

OBJETIVOS

Como objetivos generales se plantea el conocimiento, la experimentación, el rescate y la transferencia de técnicas constructivas sustentables; la generación de un espíritu crítico sobre la problemática de la vivienda rural; el trabajo interdisciplinario, participativo y autogestionado. La reivindicación de la construcción en tierra como una técnica saludable, económica y sustentable, a través de la acción interactiva de aprendizaje y práctica real, que permita la conformación de un conocimiento permanente y útil.

Los objetivos particulares incluyen la materialización de la Casa de Estudiantes, la transferencia de las técnicas ensayadas; la sistematización de procedimientos constructivos; el monitoreo de las técnicas ensayadas; y además la publicación y difusión de la experiencia.

La Casa de Estudiantes es concebida como un Prototipo Global de Experimentación (PGE). Este prototipo es la herramienta básica para alcanzar los objetivos específicos planteados. La transferencia no se genera una vez acabada la construcción del prototipo, sino que comienza durante el proceso de ejecución. Parte de los participantes serán potenciales usuarios de los resultados que el mismo arroje. Uno de los sectores al que se pretende llegar es a la población demandante de vivienda, apoyado en la experiencia del CRS en proyectos de extensión vinculados a poblaciones con problemáticas de vivienda.

La transferencia de las técnicas utilizadas, apunta a la replicabilidad del sistema en la población afectada por el tornado. Aunque si bien la situación de emergencia, a dos años, ya no existe como tal, se mantiene esta hipótesis como método de trabajo.



ANTECEDENTES

En el Uruguay existe una tradición de construcción con materiales naturales, especialmente tierra y madera, que con la incorporación de nuevos materiales en el mercado en el siglo XX, se fueron dejando de lado y se fue perdiendo la transferencia generacional de la técnica.

En las últimas décadas, específicamente a partir de las crisis energéticas, en países desarrollados se está tendiendo a revalorizar y reutilizar las tecnologías que usan materiales naturales y poco consumo energético en el proceso de producción, construcción y posterior mantenimiento.

En nuestra Universidad las actividades referidas a la construcción en tierra presentan modos diferenciados de abordaje de acuerdo a si se trata de enseñanza, extensión o investigación. La presencia de la construcción en tierra en el plan de estudios de la Facultad, quizás no deja de ser un hecho anecdótico dentro de nuestra formación.

En cuanto a la extensión, se pueden observar casos puntuales referidos a situaciones de emergencia y problemáticas de vivienda, pero sin una continuidad fuerte que garantice su éxito (2). La investigación ha quedado principalmente restringida a la Regional Norte de la Facultad de Arquitectura con la Unidad de Investigación de Tecnologías en Tierra, donde se desarrolla el programa Proyecto Terra a través del cual se implementan acciones de investigación.

Desde Proyecto Hornero se busca crear un ámbito de discusión y creación respecto a la construcción en tierra. Así como también buscar la profundización y la sistematización de diferentes técnicas como adobe, fajina y bloques de suelo cemento, fundamentalmente.

También se entiende que existe la posibilidad de ampliar la discusión, incorporando otras técnicas menos difundidas como tierra alivianada, sistemas como paneles de barro paja, uso de aditivos derivados de desechos agrícolas, o sistemas alternativos de cubiertas como los techos verdes, entre otros.



PROYECTO

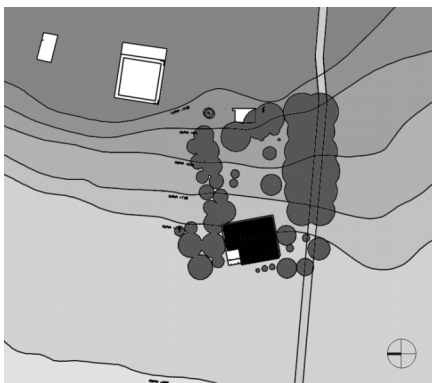


Figura 1: Planta de ubicación

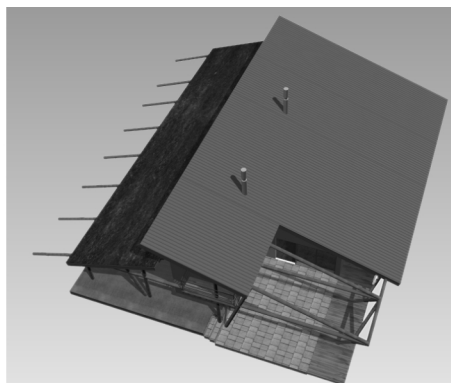


Figura 2: Perspectiva del PGE

A partir de las demandas relevadas en la población rural de la zona y el análisis de las tecnologías más viables en cuanto a su replicabilidad, se elaboró un anteproyecto del PGE, integrado por todas las técnicas a transferir.

Para la realización del anteproyecto se manejaron diferentes condicionantes que provenían tanto de aspectos operativos como aspectos económicos. El uso de materiales del lugar, la construcción con mano de obra no calificada, la poca incidencia visual del edificio en el entorno y la dificultad para obtener fondos marcan las decisiones en todas las etapas del proyecto. El diseño fue elaborado por estudiantes de arquitectura en base a un programa definido en conjunto con estudiantes de agronomía, y asesorados en algunos aspectos técnicos por docentes de la Facultad de Arquitectura.

El PGE tiene una superficie cubierta de 275 m² en dos niveles y los espacios exteriores adecuados para su funcionamiento. El programa incluye el alojamiento para treinta personas, un salón de reuniones de 50 m², una sala de lectura, un espacio para la muestra permanente del proceso del proyecto, servicios higiénicos y cocina. El anteproyecto también incluye el tratamiento de las aguas negras, un plan de forestación con árboles nativos, el uso paisajístico del tajamar existente, y la posibilidad de utilizar energías alternativas como la solar o eólica. Actualmente el CRS carece de una infraestructura similar.

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

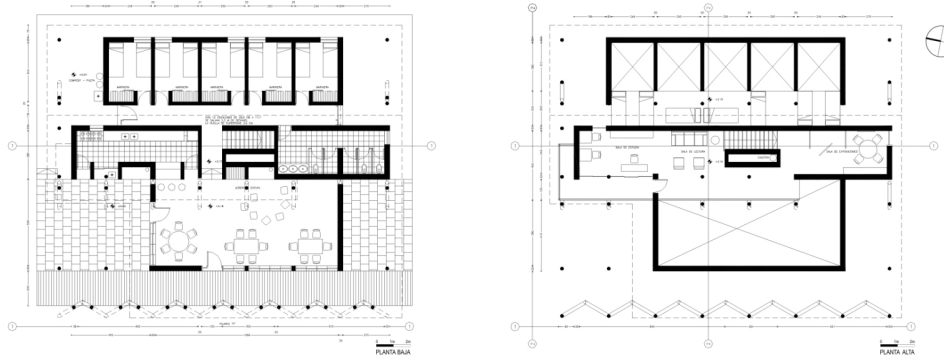


Figura 3: Planta baja y primer nivel

A partir de la extracción de muestras de suelo del lugar se realizaron ensayos de campo simples y ensayos en el Laboratorio del Instituto de Construcción (LabICE - Facultad de Arquitectura). Los mismos consistieron en análisis de granulometría, la determinación de los Límites de Atterberg (límite líquido, plástico e índice de plasticidad) y también una clasificación de suelos. Los resultados, permitieron conocer las características de la tierra y determinar una dosificación para una primera mezcla de tierra arcillosa, arena y paja para la elaboración de adobes. Los adobes secos fueron ensayados a la compresión en el LabICE: los resultados de las dos muestras analizadas dieron resistencias de 14 daN/cm² y 12 daN/cm². (3)

Dichos adobes se utilizarán para los cerramientos exteriores verticales del edificio con un espesor de 30 centímetros y protegidos de la acción de la lluvia mediante elementos de diseño como ser aleros o pavimentos, o bien mediante la protección con impermeabilizantes naturales.

Las razones para la elección de esta técnica fueron la disponibilidad de buena tierra, la facilidad de elaboración de las piezas que pueden realizarse en serie y con mano de obra no especializada. En concordancia con el espíritu de experimentación se propone utilizar para cerramientos interiores dos técnicas: fajina y rollos de tierra y paja.

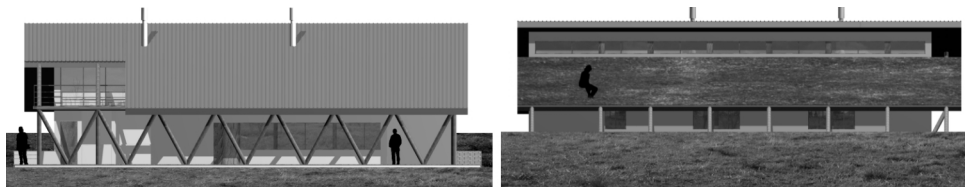


Figura 4: Fachadas oeste y este



El PGE tiene dos propuestas de cubierta sobre estructura de madera, una de techo liviano de chapas con aislación de adobes y otra de techo verde. La cubierta de chapa cuenta con una aislación de adobes que funcionará como protección térmica y generará mayor peso frente a la acción del viento. La opción de construir un "techo verde" deriva de su adaptación al entorno ya que genera un plano casi continuo de verde minimizando el impacto visual. Se decidió investigar sobre este tipo de cubiertas, ya que en Uruguay no hay casi experiencias. Las ventajas de estas cubiertas son: el ahorro energético en acondicionamiento térmico, el confort húmedo interior y la no generación de escombros.

A nivel de acondicionamientos, se comenzó a investigar el uso de plantas emergentes para el tratamiento sanitario. Estas plantas, en su mayoría autóctonas del Uruguay, sembradas en canales serán las responsables de la depuración de los efluentes sanitarios. La materia orgánica que contiene el agua entra al sistema, se transforma en biomasa vegetal, y las condiciones en que esa agua es devuelta al medio la hacen apta para ser utilizada en riego o para ser reutilizada en el llenado de cisternas de inodoros. Los sistemas naturales que se están analizando para este proyecto son del tipo de Sistema de Flujo Subterráneo (SFS), en los que todo el flujo se canaliza bajo la superficie. (4)

Actualmente se está realizando el ajuste del proyecto ejecutivo, especialmente en el tema estructural y de detalles constructivos por lo que algunos de los aspectos mencionados anteriormente pueden sufrir pequeñas variaciones en función de nuevas condicionantes.

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA



Figuras 5 y 6: Jornadas prácticas con productores rurales y estudiantes en el Centro Regional Sur

El proyecto se estructura en cinco fases de trabajo: la primera de investigación y exploración, la segunda consiste en la construcción del prototipo global de experimentación, etapa que comenzará a la brevedad, la tercera de transferencia para la replicabilidad tecnológica, la cuarta de sistematización de procesos y monitoreo de resultados, y la quinta la difusión de la experiencia y sus conclusiones.

Respecto a la replicabilidad de la técnica, se considera fundamental fomentar la responsabilidad en el manejo de la tierra como material de construcción, para evitar errores que puedan alimentar prejuicios sobre esta tecnología.

Previamente a la materialización de la Casa de Estudiantes, en cuanto al aprendizaje tanto teórico como práctico de las distintas técnicas constructivas, se están realizando presentaciones y talleres teórico-prácticos dirigidos tanto a estudiantes universitarios como a productores de la zona. Hasta la fecha se realizaron dos jornadas prácticas en el CRS donde participaron un promedio de 70 personas.

Hasta el momento de comenzar la construcción se seguirán realizando talleres abiertos y en cada uno de ellos se profundizará en las diferentes técnicas que componen el PGE. En este momento es imposible evaluar resultados ya que las jornadas estaban dirigidas a un conocimiento general sobre la construcción en tierra y no a la materialización definitiva de la propuesta. Sin embargo se evalúa como muy satisfactoria la cantidad de participantes y el interés de estos de formar parte del proyecto. Es de notar que los asistentes a las dos jornadas no fueron los mismos, debe tenerse en cuenta este factor para que la conformación del grupo de trabajo adquiera la continuidad necesaria.

IMPACTOS

Se prevé publicar los resultados en dos modelos diferentes. Uno de ellos tendrá como característica principal las fundamentaciones científicas de los resultados arrojados, mientras que la otra publicación será a modo de manual, dirigida a productores y personas sin capacitación previa. Se busca generar un acervo que permita evaluar la experiencia. El monitoreo de técnicas aplicadas y la valoración de procesos y resultados permitirán obtener conclusiones útiles para emprendimientos futuros en la zona. La elaboración de un informe acerca de la experiencia, entre los destinatarios y el equipo de investigación constituye el cierre de la intervención y simultáneamente se convierte en la apertura para nuevas propuestas.



“El proyecto responde a objetivos tecnológicos sustentables en lo constructivo para el sector productivo rural, con un gran potencial en formación de recursos humanos, por la activa participación de estudiantes universitarios de varias disciplinas. (4)(...) El contar con un prototipo experimental permitirá testear la sistematización del proceso constructivo, posibilitando también un modelo demostrativo, que podrá ser utilizado para interesar a empresas e instituciones relacionadas con la construcción de viviendas sociales, en la incorporación de estas tecnologías económicas y sustentables.” (5)

BIBLIOGRAFÍA

- | | | |
|---|------|--|
| Rosario Etchebarne, Gabriela Piñeyro, Ana Beasley | 1997 | MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON ADOBE UdelaR, Facultad de Arquitectura, Salto – 61 páginas |
| Aramis Latchinián | s/d | JARDÍN DE TOTORAS CEADU, Montevideo – 22 páginas |
| Gernot Minke | 1994 | MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA Nordan Comunidad, Montevideo - 22 páginas |

Referencias

- (1) El PDT depende de la Dirección Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Educación y Cultura, Uruguay – www.pdt.gub.uy
- (2) Dentro de estos casos se puede mencionar los trabajos para asentamientos irregulares al norte de Montevideo llevado a cabo por el Arq. José Luis Mazzeo y la muy significativa experiencia realizada en el barrio La Tablada en el departamento de Salto por la Arq. Rosario Etchebarne. Véase “Manual de Construcción con Adobe”.
- (3) Los análisis de granulometría, y la determinación de los Límites de Atterberg se realizaron según Normas Unit 142:60, 143:60, 144:60. Los ensayos de compresión se realizaron según Norma Unit 127:58 de ensayo de ladrillos a compresión.
- (4) “(...) Se considera que entre las plantas posibles de ser utilizadas, la más adecuada para el caso que nos ocupa es la totóra (...) Los SFS, que son la alternativa ambientalmente más adecuada para la depuración de efluentes en el área rural del Uruguay (...)”. Extraído de “Jardín de Totoras”.
- (5) Evaluación realizada por el comité evaluador del Programa de Desarrollo Tecnológico.

Autores

Proyecto Hornero: es un grupo interdisciplinario integrado por estudiantes y docentes de Agronomía, Arquitectura, Ciencias y Trabajo Social de la Universidad de la República (Uruguay). Ha participado con ponencias en las Jornadas de Extensión de la Federación de Estudiantes Universitarios del Uruguay y de la Facultad de Arquitectura (Montevideo, 2002 – 2003), en el 6º Evento de Arquitectura en Tierra (Montevideo, 2003) y en el Foro Montevideo de Educación (Montevideo, 2004). Ha realizado notas para medios de prensa, televisión y radio de Montevideo, Canelones, Maldonado y Paysandú.

Contacto: Tel: (+598 2) 359 9681 - Email proyectohornero@adinet.com.uy
Web: www.proyectohornero.itgo.com



ANÁLISIS ECONOMICO ECOLOGICO DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL EN LA UTILIZACIÓN DE LA TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HÁBITAT

Elio Ricardo Di Bernardo

Resumen

Se propone un enfoque global para el análisis ambiental, desde la dimensión de la sustentabilidad, para la utilización de la tierra en la construcción del hábitat. El consumo de suelo en la producción de materiales para la construcción de tecnoestructuras, exige un análisis desde la Economía Ecológica que asegure la necesaria armonía de los sistemas urbanos.

Esta armonía de los sistemas urbanos, necesaria para la calidad de vida de la población en el contexto de la sustentabilidad, debe garantizar la adecuada relación entre los sistemas consumidores urbanos, los sistemas simplificados agro productivos y los balanceados o relativamente balanceados que garanticen la prestación de los servicios ecológicos a dichos sistemas urbanos.

En un análisis desde la Ecología del Paisaje, es necesario sostener, en la medida de lo posible, la estructura orgánico-geomorfológica del suelo a los efectos de asegurar la producción agrohortícola y los sistemas balanceados que pueden constituir un "mosaico interconectado de naturaleza" (MIN) para brindar los servicios ecológicos necesarios antes mencionados.

La depredación incontrolada del suelo lleva generalmente a la degradación irreversible del peri urbano, sobre el que sigue creciendo la ciudad, en un cada vez más lento proceso, detectado en el desarrollo de todas las ciudades importantes del país. Esto lleva además, a la consideración de cuestiones vinculadas con la ciudad desde la dimensión de su compacidad y su fragmentación.

En el análisis de la huella ecológica humana debe tenerse presente, no solo el uso necesario de los ecosistemas terrestres o acuáticos para la obtención de bienes de consumo o como receptores de los desperdicios de los flujos de energía y materia degradados, sino también desde la dimensión del uso del suelo como soporte y materia, para la construcción del hábitat.

Se propone para el análisis de un sistema complejo y dinámico, que incluye dimensiones cuantitativas y cualitativas, una discusión basada en principios multicriterios.



Introducción.

Este trabajo es una continuación del presentado en las Jornadas “La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”, del año 2003.

En el territorio del hábitat muchas veces la sustentabilidad se reduce conceptualmente al uso de recursos energéticos renovables, o en el mejor de los casos a resolver de manera adecuada la optimización energética del funcionamiento del edificio. En un análisis suficientemente abarcativo el problema de la sustentabilidad del hábitat (SH) debe ser función de la optimización ambiental de los costos de construcción (CaC), de funcionamiento (CaF), de mantenimiento y rehabilitación (CaMyR), de demolición y reciclado (CaDyR), de la vida útil (VU) y de la satisfacción residencial (SR).

$$SH = f (CaC, CaF, CaMyR, CaDyR, VU, SR)$$

La optimización ambiental implica optimizar los flujos de energía, contemplando las distintas calidades de la misma, y los ciclos de materia, en el contexto de los correspondientes impactos sobre el soporte natural y la capacidad de recuperación o transformación “positiva” del mismo. Toda acción antrópica sobre el soporte natural significa un impacto, la magnitud del mismo y las características del soporte determinan el grado de transformación que puede resultar posible. En una amplia gama de alternativas es posible: en un extremo, la recuperación y el restablecimiento de la anterior armonía; el establecimiento de una nueva armonía relativa (“positiva”) y en el otro extremo la eutrofización y/o desertización completa del soporte.

La denominación “Desarrollo Sustentable” fue acuñada para reemplazar el concepto propuesto de “Ecodesarrollo”, con el fin de permitir el desarrollo económico dentro de los márgenes del modelo de economía de mercado. Distintos autores aceptan el criterio de que el concepto fue impuesto para neutralizar el carácter “subversivo”, respecto del desarrollo económico neoliberal, de la dimensión ambiental como paradigma para orientar un desarrollo compatible con una calidad de vida menos materialista y más en consonancia con los recursos naturales y más justa desde la dimensión distributiva de los recursos.

El concepto de costo supone una superación de la dimensión crematística clásica de la economía de mercado y se ubica en el continente de la economía ecológica que supone la interacción con la economía capitalista de las leyes de la ecología, que explican el funcionamiento de la naturaleza, y con las leyes de la termodinámica, que explican el funcionamiento de los sistemas antropizados.



La optimización crematística se realiza a través de las herramientas de la investigación operativa donde una alternativa se destaca sobre las demás desde la dimensión de su costo. En el contexto de la evaluación de sistemas complejos donde aparecen aspectos cuantitativos y cualitativos, objetivos y subjetivos vinculados a cuestiones humanas, de recursos renovables y no renovables, de generaciones futuras (que no pueden intervenir en la oferta y la demanda del mercado actual) y de los no humanos, se necesita recurrir a evaluaciones multicriterio discretas.

Dentro de los costos ambientales de construcción (CaC) podemos realizar un análisis indicativo del proceso de evaluación a seguir con el fin de determinar la sustentabilidad del uso de los distintos materiales intervinientes. Las arcillas ocupan un lugar dominante como material de construcción en sus diversas formas de utilización. Estas arcillas pueden ser obtenidas de distinta forma del soporte natural, ya sea a través de una explotación superficial o profunda. Las tierras del horizonte "a", llamadas vulgarmente "tierra fértil" o "tierra negra", resultan la más directamente accesible y puede utilizarse tanto cruda, o después de un proceso de cocción en la forma de ladrillos.

El ladrillo denominado común es un ejemplo interesante por las facetas que presenta, entre otros aspectos, al decapitar en extenso amplias zonas que pueden estar destinadas a otras actividades productivas, esencialmente vinculadas a la alimentación de una población mundial amenazadoramente creciente.

La tierra de los horizontes más profundos también pueden utilizarse tanto cruda, como a través de un proceso de cocción en la forma que conocemos como cerámica roja, o estabilizada con diversos aglutinantes.

La utilización de la misma requiere igualmente de un movimiento de suelo que altera las geoformas superficiales con sus correspondientes ciclos de escurrimiento superficial, con anegamientos, y la pérdida de capacidad agro productiva del suelo.

Construcción de la tradición.

La tradición y costumbre del uso de las arcillas superficiales o subsuperficiales se fundamenta en un largo proceso que se remonta a mucho tiempo atrás, existen evidencias de la construcción en adobe hace 8500 años. El Zigurat de Ur (2800 AC) estaba construido en adobe revestido en ladrillos cocidos. Estos casos se extienden en el tiempo hasta nuestros días con ejemplos de gran calidad arquitectónica.



En zonas con disponibilidad de arcillas la tarea más simple consistía en ir desmontando la superficie del suelo con la que se construían los adobes. En zonas de gran amplitud térmica día-noche, la masa térmica del adobe funcionaba muy bien atemperando las oscilaciones de la temperatura exterior. Generalmente estas zonas, por su características climáticas, tenían pocas lluvias, por lo que el adobe, al no modificarse continuamente el tenor de humedad, funcionaba muy bien, incluso al terminar la vida útil del edificio, la mayor parte del mismo, que estaba construido en tierra, se "disolvía" en el lugar, particularidad muy apreciada hoy por muchos ecologistas.

Al descubrirse los cambios ocurridos en la tierra, cuando la misma se cocinaba, se extendió su uso a zonas con otros niveles de precipitaciones pluviales. Al mismo tiempo que el ladrillo mantenía sus condiciones de uniformidad y características dimensionales con la cocción, mejoró sus condiciones de resistencia mecánica a la compresión. La materia orgánica introducida en el proceso de fabricación, y que ayuda a la cocción, al quemarse dejaba suficiente porosidad para mejorar su resistividad térmica. Así el ladrillo mejoró su condición de resistencia mecánica y térmica con la cocción. La utilización de la materia del lugar evitaba largos transportes con las complicaciones y costos consiguientes, es así que esta tradición ha quedado tan arraigada en el inconsciente que muchos análisis actuales consideran esto, de manera muy simplificada, como una condición de sustentabilidad.

Las condiciones de la civilización actual han variado de tal manera que ya no es posible considerar simplificada al material del lugar y el retorno del material a su condición inicial, al fin de la vida útil del sistema, como una condición de sustentabilidad.

Dimensión del impacto sobre el soporte natural. Cantidad de materia y energía.

Para la producción de ladrillos "comunes" macizos y/o adobe, se decapita el horizonte "a" del suelo, es decir el que sostiene la producción vegetal a través del proceso de fotosíntesis, quedando el mismo, después de la decapitación, con una falta de capacidad productiva tanto por la carencia de nutrientes como por el carácter arcilloso del horizonte "b". (1)

Debemos aclarar que el análisis del problema tiene un alto grado de inconmensurabilidad, que no se resuelve con una única y simple comparación energética o económica crematística. Este análisis energético, que puede resultar, engañoso por la simplificación del problema, y adquirir características de *comparabilidad fuerte*, debe ir acompañado de una discusión razonada que incluya a la totalidad del problema .



El consumo de tierras depende del tamaño del ladrillo y de la densidad relativa de los mismos, de la retracción de producción y del desperdicio de cocción.

Si el espesor de tierra del horizonte "a" extraída es del orden de los 0.50 m, la decapitación fluctúa entre 90 y 110 m² para una vivienda de 80 m², es decir superior a la superficie cubierta de la misma. Si la vivienda está ocupada por 4 ó 5 personas el consumo de suelo por persona puede ser entre 20 a 25 m²/persona. A un espesor menor de decapitación, la extensión del área obviamente aumenta

En el área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires se ha podido constatar, a través de fotografías aéreas, en el año 1995 un área de decapitación superior a las 21.000 Has (2) integrada por un sinnúmero de "parches". A esto debemos agregar el área decapitada ocupada por el crecimiento de la ciudad con los consecuentes problemas concomitantes Este proceso se va realizando fundamentalmente sobre las áreas del peri urbano que soportan una fuerte agresión ambiental de todo orden. (3)

Si extendemos el razonamiento a la población que vive en la región de la Pampa Ondulada la superficie decapitada puede llegar a las 27.000 Has.

Cuanto de importante es esto, es una medida difícil de establecer en valores absolutos, seguramente que para países como Holanda, que necesitan para su aprovisionamiento alimentario básico una superficie igual a 15 veces la disponible la decisión de transformar tierra vegetal en hábitat es inaceptable. Se puede argumentar que con la superficie de la Pampa Ondulada esto no es significativo, pero recordemos el desafío futuro, en un mundo de esperar más igualitario, de sostener alimentariamente a la creciente población del mundo, uno de las principales hipótesis personales de la *sustentabilidad fuerte global*.

Como ejemplo se puede estimar, que sobre la base de esta superficie decapitada en el gran Buenos Aires (21.000 Has), mediante un cultivo de carácter orgánico (reciclado de nutrientes, rotación y complementación de cultivos), de menor rendimiento aparente que la agricultura subsidiada de la revolución verde, se puede abastecer a más de 6 millones de personas, de todas las hortalizas y verduras necesarias.

El consumo de energía para la producción del ladrillo común puede reducirse al consumo de cocción, descontando que el desmonte del suelo y el mezclado del barro se hacen con energía animal. Si se emplean máquinas, camiones y tractores para desmontar, transportar y mezclar, debemos agregar estos consumos energéticos al de cocción. Los combustibles utilizados son de diferente naturaleza y calidad, para los movimientos mecánicos se utilizan hidrocarburos y para el "quemado" del horno, dada la naturaleza del mismo, leña o carbón vegetal.



El determinante del consumo energético está dado por la energía de cocción, aunque generalmente ésta se realiza con energía de biomasa. Debemos recordar que no existe una política racional de forestación para recurso energético, la leña se obtiene del desmonte oportunista de recursos autóctonos.

Ubicación de la producción en el periurbano.

El mercado ladrillero tiene márgenes económicos tan estrechos que generalmente la fabricación se asienta en lugares próximos a la ciudad, a los efectos de reducir el costo crematístico de transporte. Estas áreas denominadas periurbanas presentan características muy particulares, que generalmente no tienen ni equipamiento ni infraestructura de ciudad, ni además tiene la escala económica adecuada para la producción agropecuaria de granos. Se establecen mediante un complejo proceso de cambio del rol del uso del suelo (de productivo a sostén de tecnoestructuras) en donde interviene principalmente una actividad especulativa fundamentada en la modificación del precio con el cambio del rol.

El precio del suelo urbano está vinculado a otros factores distintos del que le corresponde por su capacidad productiva, a la actividad agropecuaria.

El valor de mercado del suelo agrario depende de muchos factores entre los que destacan su capacidad productiva, ubicación y mejoras, pero que definitivamente se vinculan a la capacidad económica productiva. Pero este dato es insuficiente si no se lo compara con la tasa de interés corriente y real (descontando la inflación) para determinar el beneficio que se obtendría depositándolo en el banco. Tasas de interés alto tienden a ser tremendamente depredadoras de los recursos naturales.

Por el contrario el valor del suelo urbano no depende de la fertilidad del mismo. *"la fertilidad de tierra no es un bien que se compra y se vende en el mercado de tierras para viviendas y prácticamente un lote sin el horizonte "a" vale lo mismo que otro con perfil de suelo completo". (4)*

En las áreas peri urbanas se forma un nuevo paisaje con gran depreciación estética, caracterizado por modificaciones del relieve natural (tanto por formación de rellenos, como por extracción de suelos), por la destrucción de la red original de desagües superficiales (rectificación de cauces, ocupación de los valles de inundación, impermeabilizaciones de la superficie), la destrucción de la flora y fauna nativa (con el resultado muchas veces de la invasión de especies oportunistas), la generación de nuevos procesos biogeoquímicos (eutrofización, generación de metano, procesos anaerobios), aparición de nuevas cadenas tróficas, y destrucción y modificación de los horizontes edáficos. Las áreas peri urbanas, desde el punto de vista

ecológico, presentan también una gran fragmentación, presentando un mosaico heterogéneo con restos de ecosistemas nativos, especies neófitas y áreas degradadas. (5)

No tiene sentido pensar en la posible recuperación del suelo, y mucho menos realizar un cálculo crematístico del costo de tal recuperación, no existe un sector pre-primario que pueda realizarlo. "La recuperación de la fertilidad, de un suelo, del cual se ha decapitado su horizonte "a", y en algunos casos parte del "b", es muy difícil, altamente difícil, y en términos humanos casi imposible. Probablemente en escala biogeoquímica, existiría esta factibilidad pero escaparía realmente a nuestra escala temporal.

Los cambios producidos, modifican de una forma u otra, la estructura del perfil del suelo, que no será posible recuperar en términos ecológicos y productivos en la escala comentada".

"Si por ejemplo, en cambio, se pretendiera recuperar la fertilidad perdida, los costos de tal proceso, serían inalcanzables para nuestras posibilidades, y en un análisis costo beneficio desde la economía, siempre brindarían indicadores negativos" (6). "Dar valor a la pérdida de fertilidad, tendría que tener en cuenta también la pérdida de todos los beneficios futuros, que no incluyen solo el aprovechamiento de la fertilidad actual y potencial, sino la interacción con la fauna y flora, la micro biota, y la interacción con su biodiversidad, situación que hace en muchos aspectos, que los valores estén más allá de los costos crematísticos".

El posible reemplazo del uso de la tierra fértil en la construcción del hábitat, es pues un aspecto importante en la economía ambiental del mismo e incide en primera instancia en los costos ambientales de construcción.

Es importante destacar, por ejemplo, que el ladrillo común entra dentro de las preferencias existentes, que están muy instaladas en la gente. Este es un problema complejo y no se pretende aquí profundizar en las causas del fenómeno.

Posibles reemplazos y decisiones comparativas de economía ecológica.

Los posibles reemplazos tienen muchas veces un carácter coyuntural a diversas alternativas locales, en otras pueden tener un carácter más universal, esto obliga siempre a un análisis de las particularidades de cada caso. Entre muchas otras alternativas que deben analizarse, desarrollarse o estudiarse vamos a limitar el universo a algunos pocos ejemplos con el único fin de la posible comparabilidad. Las posibilidades del uso del suelo cemento, o de suelo arcilloso apisonado o de cemento arena deben analizarse en este contexto global que venimos planteando.



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

Nuestra experiencia de construcción con suelo cemento en la zona nos indica que podemos trabajar con una proporción en volumen de 7,5% de cemento en relación al suelo – arena. (7)

Otra alternativa consiste en la construcción de ladrillos de cemento y arena. La proximidad de la región al río Paraná posibilita esta opción a través de la reducción del transporte, el impacto ambiental de la extracción de la arena (un material de arrastre), para construcción es pequeña dado los volúmenes implicados y por otro lado se está aprovechando el dragado de canales que aseguren la profundidad necesaria para la navegación, es decir se realiza un aprovechamiento integral de los recursos.

En el análisis realizado podemos observar una coincidencia significativa de costos energéticos, aunque con diferentes calidades de la misma, pero si comparamos los costos crematísticos del ladrillo común con los de suelo cemento, o arena-cemento, podemos verificar una serie de desajustes en la estructura de precios. La distorsión de los costos de insumos materiales y energía se fundamentan en el desajuste de los precios de la energía de baja calidad (carbón y leña), con relación a los hidrocarburos (poco importante en la extracción de la tierra) y eléctrica, pero de mayor influencia en el precio del cemento. La otra distorsión importante está dada por el hecho de que la tierra fértil no cuesta nada, a pesar que su recuperación no tiene costo en tiempos generacionales.

En la tabla que sigue se indican los resultados obtenidos.

Material	Costo energético	Costos monetarios de materiales y energía	Costos de mercado
Ladrillo “común”	1.3MJ/u a 2.3MJ/u. Máx. 3.5MJ/u	22 a 25 \$/millar	130 a 160 \$/millar
Suelo cemento	1.5MJ/u a 2.6MJ/u *	90 a 110 \$/millar	
Arena cemento	2MJ/u a 3MJ/u	115 a 135 \$/millar	

* Debe agregarse el costo de transporte a obra, según la distancia, los costos energéticos podrían ser muy parecidos al del ladrillo de arena cemento.

El comportamiento físico térmico de cada uno de los ladrillos se indica en la tabla que sigue a continuación.

Material	Conductividad W/m°C	Resistividad m°C/W	Densidad relativa Kg/m ³	Capacidad térmica. *** J/°Cm	Resistencia térm. ** m ² °C/W	Conductancia térm. W/°Cm ²
Ladrillo común	0.6 / 0.81	1.235 / 1.67	1600	1340	0.478 / 0.587	1.70 / 2.09 **
Suelo cemento	1.14	0.877	1500	1256	0.389	2.57 **
Arena cemento	0.89 / 0.90 *	1.12 / 1.11	1750 / 1900	1465 / 1590	0.448	2.235 **

*Valores extraídos por comparación con morteros de cemento- arena de igual densidad relativa.

**Incluye las resistencias peliculares para flujo horizontal y corresponden a un espesor de 0.25 m.

***Capacidad térmica para un metro de espesor.



Trabajando con arena cemento los fabricantes de bloques de "hormigón" pueden competir con el ladrillo común solamente a partir de reducir los insumos materiales, construyendo un elemento hueco. En estas circunstancias el análisis no puede ser directo, porque deben introducirse aspectos del comportamiento térmico y mecánico del elemento.

No debemos olvidar además del gasto energético, el impacto ambiental y de recursos en particular que significa la producción de cemento. En principio ésta es una actividad extractiva en profundidad con lo que la agresión en extensión superficial es menor y algunos cementos contienen agregados de escorias de alto horno hasta en un 35%. Estas escorias son un desecho para la actividad metalúrgica, lo que significa un aprovechamiento de residuos que reduce el desaprovechamiento de otra actividad.

De cualquier manera debe profundizarse la evaluación del impacto sobre el soporte natural de la actividad cementera.

Continuando con la discusión, debemos tener en cuenta que para la obtención del suelo, para la producción de suelo cemento, se deben despejar los horizontes "a" y parte del "b" (suelo fértil) y excavar por debajo del mismo a razón de 27 a 30 m³/viv. Esto significa un préstamo de suelo que origina una cava de dimensiones considerables para hacer frente a un conjunto de viviendas. Desde la dimensión del impacto ambiental debe darse a esta cava un uso que restituya en alguna medida la armonía con el soporte natural y/o realizar con la misma alguna actividad productiva compatible con el ambiente. Otra alternativa posible consiste en aprovechar movimientos de suelo para otras actividades, como la realizada en la ciudad de Rosario para ensanchar el arroyo Ludueña. (8)

Por lo que el uso del suelo cemento es una posibilidad para complementar acciones y aprovechar oportunamente lo que en otra actividad puede resultar un residuo o sobrante sin destino y generalmente contaminante y/o modificador de la armonía necesaria en el soporte natural. De esta manera resulta un aprovechamiento tendiente a minimizar los impactos resultantes de las acciones antrópicas. Resulta así la posibilidad de lo que Sejenovich llama un uso integral de un recurso, por oposición a un uso parcial, aprovechando el gasto energético realizado.

Economía ambiental y economía ecológica

La economía ambiental, además de la valoración en términos energéticos, intenta introducir las externalidades dentro de los precios, en un esfuerzo para realizar una comparación fuerte con la economía crematística y es por esto que intenta valorar los recursos naturales. *"...Para que los precios de mercado puedan utilizarse en la evaluación del potencial de los recursos*



naturales, se requiere una política que permita internalizar estos costos" (Sejenovich, H. op cit).

Cuando habla de la elaboración de las Cuentas Patrimoniales, este autor plantea: "Dentro de éstas pueden destacarse aquellas que evalúan recursos específicos en términos físicos, aquellas que lo hacen en forma monetaria a precios de mercado y aquellas que proponen hacerlo de acuerdo con los principios del desarrollo sustentable, es decir, teniendo en cuenta en forma conjunta una evaluación económica (a través de los costos de manejo), ecológica (en términos físicos) y social (con los avances realizados por los evaluadores sociales)".

Pero al referirse a la decapitación del suelo plantea: *"El valor de la tierra degradada. Aun cuando no se paguen los costos de regeneración del sistema natural, y se desarrollen más aceleradamente los procesos de degradación actuales, quedará una particularidad de la tierra ya improductiva, consistente en su existencia en un espacio determinado. Como tal, poseer funciones ecosistémicas, muchas veces negativas, es la base posible para infraestructura y, según su ubicación, puede ser pasible de captar una renta diferencial por este motivo. El precio de la tierra sustancialmente tiene, en tal sentido, una cierta aproximación a su valor patrimonial, por lo que puede ser utilizado como un indicador (aun imperfecto) que debería agregarse a los restantes valores"*.

Este concepto se sustenta en el autor, en su intención de ampliar la racionalidad actual de la economía hacia una racionalidad ecológica que contemple producción – degradación, aprovechamiento – desaprovechamiento, uso integral – uso parcial. (9)

Es así que está pensando en la transformación del uso del suelo degradado, de uso productivo a uso modificado para asentamiento de tecnoestructuras, y en tal sentido, el precio a partir de la especulación inmobiliaria es mayor que en su función productiva, y dicho precio varía considerablemente respecto de la ubicación urbana, por lo que la "aproximación a su valor patrimonial" puede ser muy variable y en términos de precio de mercado considerablemente superior en algunos casos. Esto significa, en el caso de la decapitación de la industria ladrillera, un aprovechamiento crematístico del precio de la tierra, al que se agrega el precio de la especulación inmobiliaria para construir ciudad. Finalmente está proponiendo un valor patrimonial al suelo degradado por su posible transformación en suelo sostén, y de esta manera encubrir el daño ecológico.

Mientras ocurre la transformación a suelo urbano transcurre un tiempo más o menos largo y mientras tanto se ha alterado el funcionamiento del eco



sistema con una cadena de degradaciones bióticas y acciones muchas veces catastróficas como las inundaciones.

El peri urbano degradado, que alberga alguna población, se ha transformado en una interfase totalmente negativa, tanto para el funcionamiento de la ciudad como para las áreas agrícolas. Es de suponer que el crecimiento en extensión de las ciudades se verá limitado drásticamente, tanto por necesidades de calidad de vida urbana, como por limitar el consumo de las indispensables tierras agro productivas, es de esperar además que el crecimiento vegetativo de la población vaya en disminución, así como la concentración de población en la Pampa y especialmente en la Pampa Ondulada.

Ahora bien, Sejenovich ¿cree que es posible transformar toda la eco región pampeana, 5.700 Km², en tierra de uso urbano?, porque la degradación que está sufriendo el suelo no es debido solo a la industria ladrillera, más que en una pequeña proporción, sino esencialmente a los modelos agro productivos impulsados por la economía de mercado.

Este análisis propuesto por el mencionado autor entra dentro de las leyes de juego de la especulación inmobiliaria, e impide una evaluación justa desde un análisis que reúna un número suficiente de variables. La imposibilidad de ponerle precio justo al suelo productivo, queda muy claro en esta consideración realizada y lo que debe replantearse es el precio del suelo urbano, que resulta ser una internalidad significativa en el costo del hábitat, con relación al suelo agrícola, que generalmente es una externalidad al costo de producción, ya que por lo común ni siquiera se pone un costo de amortización, que tampoco asegura la conservación del recurso natural.

Esta imposibilidad de control crematístico, obliga a establecer una política normativa con el fin de regular mediante leyes especiales, desde el Estado, la transformación del uso del suelo. Esto debe ir acompañado de políticas de educación ambiental (tanto formal como informal a través de los medios masivos de comunicación), políticas de ciencia y técnica que permitan mostrar alternativas y ocasionalmente obligar a la internalización de las externalidades.

Este proceso de degradación de tierra peri urbana con avance de ciudad sobre la misma, es un proceso que se ha venido llevando a cabo en la construcción de las grandes ciudades con fabulosos negocios inmobiliarios.

El posible reemplazo del uso de la tierra fértil en la construcción del hábitat, es pues un aspecto importante en la economía ambiental del mismo e incide en primera instancia en los costos ambientales de construcción.

Este reemplazo debe entrar como variables en los análisis, desde múltiples criterios, de costo - beneficio. Como comentábamos anteriormente, los beneficios significan satisfacción de preferencias, los costos, la no satisfacción. De la intensidad de la preferencia surge una disposición a pagar. En los análisis económicos convencionales, en esta disposición a pagar se infravaloran los no humanos y las generaciones futuras, es decir se infravalora el futuro. Cuando se dice que en el mercado es donde se componen los precios, uno debe preguntarse:

¿Cómo intervienen en esta negociación los no humanos y las generaciones futuras que deben disfrutar de los recursos igual que las generaciones presentes?. Las generaciones futuras no ofertan en el mercado.

Si se aplica una tasa de descuento siempre se infravalora el futuro, por lo que la representación es precaria y los pesos atribuidos a sus intereses son inadecuados.

Es por esto importante desarrollar en las generaciones presentes una preferencia por el valor intrínseco o valor de existencia (no humanos) y por el valor de opción (generaciones futuras).

Además es interesante destacar que en la satisfacción de las preferencias debemos diferenciar las preferencias existentes, de las preferencias bien informadas.

La economía ecológica reconoce la imposibilidad de incluir todos los recursos dentro de los precios de mercado dado que muchos de ellos tienen un alto grado de inconmensurabilidad, por lo que es necesario introducir criterios de análisis que contemplen las múltiples variables. Los análisis multicriterio discretos aportan una herramienta en tal sentido.

Es necesario por lo tanto introducir las variables necesarias que enriquezcan el análisis. Al posible reemplazo de los materiales para construir el hábitat, es necesario introducir las funciones necesarias al peri urbano con el fin de optimizar los servicios ecológicos que el mismo brinda a las ciudades y áreas metropolitanas.

El Mosaico interconectado de naturaleza (MIN) es una propuesta en este sentido. (10)

El MIN se sustenta en la idea de la compacidad y fragmentación urbana y propone un uso del suelo de características más o menos balanceadas (incluyendo actividades de producción agrícolas sustentables), que junto a los suelos para actividades simplificadas (agricultura convencional) y los suelos para sostener actividades consumidoras (suelos urbanos), permitan construir un paisaje metropolitano en armonía para sustentar altos niveles de calidad de vida humana.



Referencias

- (1) Muchos de los suelos de la Pampa Ondulada son Argiudoles o Brunizen con horizonte “b” textural formados sobre sedimentos loessicos de textura francolimosa. Tienen un horizonte “a” de 30 centímetros de profundidad, seguidos de un horizonte b2 textural (b2t) arcillo limoso o franco arcillo limoso que varía en su espesor de 40 a 70 centímetros. El alto contenido de arcilla de “b” lo hace de baja permeabilidad y difícil crecimiento radicular. (Senigaglia et al., 1997, Tomado de J. Morello et al., “Adiós Pampa mia” Encrucijada UBA. Revista de la Universidad de Buenos Aires. Año 1 N° 10, agosto de 2001. Daño ambiental. Capitalismo y geofobia . Esto demuestra la incapacidad productiva del suelo después de la decapitación.
- (2) Marcela Cappi, Luis Costa y Ernesto Boatti “Los hornos de ladrillos en la región metropolitana de Buenos Aires”. Monografía Curso de Especialización “Ambiente, Economía y Sociedad. FLACSO Argentina.
- (3) Biasatti, R.; Bracalenti, L.; Di Bernardo, E.; Lagorio, L.; Lamas, V.; Mosconi, P.; Spiaggi, E.; Vazquez, J. “Sustainable Urban settlement and local development in Rosario, Argentina”. Ecoscape Eco-industry Eco-culture. The Fifth International Eco-city Conference. Shenzhen, China, August 19-23, 2002.
- (4) Ibid 2
- (5) Jorge Morello. “Funciones del sistema periurbano”. Apuntes del Seminario “Ecología y Manejo de Recusos Locales”. Maestría en Sistema Ambientales Humanos. Director Elio Di Bernardo. Centro de Estudios Interdisciplinarios. CEI. Universidad Nacional de Rosario.
- (6) Walter Pengue. Comunicación privada. 2002.
- (7) Di Bernardo, Elio.; Cortés, Alberto; Araya, Lidia “Passive Solar Building Built in Soil-cement”. p 147-151. 18 th Conference on Passive and Low Energy Architecture. PLEA. Passive Low Energy Architecture. Brasil, noviembre de 2001.
- (8) Elio Di Bernardo. “Consideraciones Ambientales a la Utilización de la Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat” La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat. 1° Seminario – Exposición. Consorcio Terra Como Sur. Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, 20 al 22 de noviembre de 2002
- (9) Héctor Sejenovich “Casa tomada” Encrucijada UBA. Revista de la Universidad de Buenos Aires. Año 1 N° 10, agosto de 2001. Daño ambiental . Capitalismo y geofobia.
- (10) E. Di Bernardo “Mosaico interconectado de naturaleza. Una manera de restituir la dimensión natural en el Área Metropolitana”. 1as. Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente, Asociación. Universidades Grupo de Montevideo, Montevideo, Uruguay, Noviembre 1995.
- E. Di Bernardo “Mosaico interconectado de naturaleza. Una manera de restituir la dimensión natural en el Área Metropolitana”. Revista A&P N° 11. Publicación de la Fac. de Arquitectura, Planeamiento y Diseño, UNR. 1996.

Autor

Elio di Bernardo: Arquitecto. Profesor Titular Dedicación Exclusiva. Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño. UNR:
Candidato a Doctor por el Doctorado de Consolidación Académica de la UNR. Resolución Ministerial N° 103 del 21 feb 2002.
Docente Investigador Categoría 1. Ministerio de Educación, Ciencia y tecnología.
Miembro de la Carrera de Investigador Científico de la Universidad Nacional de Rosario. Categoría C.
Director del Centro de Estudios del Ambiente Humano. Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño. UNR.
Director de la Maestría en Sistemas Ambientales Humanos
Miembro del Consejo Superior de la Universidad Nacional de Rosario.
ediberna@farg.unr.edu.ar Teléfono FAPyD 0341 480 8531 al 35 int.114. Tel. particular 0341 493 1999.



**LA TIERRA CRUDA Y LA CONSTRUCCIÓN DEL HABITAT EN EL
DESIERTO DEL NORESTE MENDOCINO: ESTRATEGIAS PARA EL
DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE.**

**PASTOR, Gabriela- ABRAHAM, Elena- TORRES, Laura- MONTAÑA, Elma-
TORRES, Eduardo y la colaboración de Silvia Urbina**

Resumen

El paisaje del noreste mendocino posee las huellas dejadas por los diversos procesos económico-culturales que en las escalas local, provincial y nacional se han venido sucediendo e impactando en el territorio identificado como "el desierto de Lavalle". En ese contexto, el sistema de producción del hábitat adquiere un carácter relevante como indicador de esos mismos procesos y de los resultados por ellos alcanzados.

Este trabajo se propone el doble propósito de reflexionar sobre la conceptualización del problema de la construcción del hábitat y de los criterios de intervención desde una perspectiva del uso integrado de los recursos de un área de alta sensibilidad social y vulnerabilidad ambiental.

El problema se plantea en el marco de la lucha contra la desertificación y la pobreza y sobre un campo de actuación específica cuyo objetivo es establecer una unidad demostrativa de producción y servicios en el seno de una comunidad huarpe. La situación existente, sumada a la condición periférica de los territorios considerados, induce a analizar los principios de sustentabilidad de las acciones destinadas a promover el desarrollo local de estas áreas y comunidades así como de las tecnologías necesarias para ello.

Las conclusiones se orientan a analizar y reflexionar sobre diversas alternativas respecto de pautas de intervención en las que se conjugan la diversificación productiva, la asociatividad comunitaria y la capacitación junto al rescate y puesta en valor del patrimonio cultural a través de las tipologías y tecnologías tradicionales y mejoradas de la producción del hábitat.

Abstract

The landscape of the "Lavalle desert" in the NE of Mendoza province in Argentina shows traces left by diverse economic-cultural processes that have been taking place in the local, provincial and national scales. In this context, the habitat production system becomes an excellent indicator giving account of those same processes and its effects.

This work has the purpose of reflecting upon two issues: (i) the conceptualization of the habitat construction processes and (ii) a specific intervention



action taking place around the implementation of a demonstrative production and services unit in a huarpe community. In the present situation of high social sensitivity and environmental vulnerability of this peripheral territory, the sustainability of these local development-oriented actions and of the technologies being used is of great concern.

The conclusions focus on the consideration of intervention criteria alternatives articulating productive diversification, social associativity and qualification with the valorization of the cultural heritage expressed in traditional and improved architectural typologies and technologies for habitat production

Introducción

El paisaje del noreste mendocino posee las huellas dejadas por los diversos procesos económico-culturales que en las escalas local, provincial y nacional se han venido sucediendo e impactando en el territorio identificado como “el desierto de Lavalle”. En ese contexto, el sistema de producción del hábitat adquiere un carácter relevante como indicador de esos mismos procesos y de los resultados por ellos alcanzados.

Este trabajo se propone el doble propósito de reflexionar sobre la conceptualización del problema de la construcción del hábitat y de los criterios de intervención desde una perspectiva del uso integrado de los recursos de un área de alta sensibilidad social y vulnerabilidad ambiental. El problema se plantea en el marco de la lucha contra la desertificación y la pobreza y sobre una línea de actuación específica cuyo objetivo es establecer una unidad demostrativa de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y culturales del territorio basado fundamentalmente en la diversificación productiva del ganado caprino, en el seno de una comunidad huarpe.

El LaDyOT (a) ha comenzado a desarrollar y ejecutar el proyecto de esta Unidad de Producción y Servicios (UPyS) conjuntamente con la Municipalidad del Pueblo de Lavalle, la Agencia Argentino-Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) y el apoyo del Consejo Federal de Inversiones (CFI). Las tareas están siendo llevadas a cabo por un equipo interdisciplinario compuesto por geógrafos, arquitectos, ingenieros agrónomos, especialistas en aguas subterráneas, trabajadoras sociales y economistas (b). Con el objetivo de generar estrategias de desarrollo sustentable en comunidades rurales del desierto con un componente indígena cercano al 90%; mejorar el estado del ecosistema a través de un manejo integrado de los recursos, promover el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las tierras secas, este emprendimiento se propone incidir en las prácticas productivas vigentes



con el fin de que los habitantes logren internalizar las ventajas de la propuesta que implica el abandono de técnicas degradatorias de los recursos, por otras que incorporan conceptos y prácticas de conservación.

La situación actual de este territorio, sumada a la condición periférica de los territorios considerados, induce a analizar los principios de sustentabilidad de las acciones destinadas a promover el desarrollo local de estas áreas y comunidades así como de las tecnologías necesarias para ello.

El trabajo se organiza en cuatro partes. Las dos primeras abordan la presentación del marco conceptual a través de una introducción a la problemática de la construcción del hábitat en el noreste mendocino, los recursos culturales en juego y las estrategias de desarrollo para este territorio. La siguiente presenta el caso, el proyecto de la Unidad de Producción y Servicios (UPyS), como una experiencia de patrimonialización del desierto a través de múltiples estrategias, una de las cuales es el uso de las tecnologías derivadas del uso de la tierra cruda. Las consideraciones finales, enuncian las primeras conclusiones emanadas de las primeras etapas de ejecución del proyecto.

La construcción de hábitat en el desierto

La complejidad de los procesos de construcción del hábitat deriva de la necesidad de articular factores que surgen desde los objetivos por los que se realizan las intervenciones hasta los usos sociales derivados de éstas, orientados tanto a los económicos que pretenden facilitar el sustento de las familias y comunidades, como a los simbólicos, materializados en rituales, tradiciones y creencias asociadas a algunos objetos o prácticas.

La dimensión patrimonial que subyace en cada elemento cultural de la construcción del hábitat se nutre de los valores y condicionantes territoriales socialmente establecidos, de las instituciones de ordenamiento y organización social así como de los mitos, representaciones mentales, costumbres y saber hacer de la comunidad, es decir, de sus señas de identidad.

De los 50.000 km² que corresponden a Gran Llanura Oriental o de Travesía, el desierto de Lavalle se ubica en el noreste de la provincia de Mendoza. Posee clima árido, con precipitaciones que varían entre 100 y 180 mm. anuales y abarca unos 10.000 km². Su población alcanza a los 3.213 habitantes, 31,5% con NBI. El patrón de asentamiento es disperso con pequeñas agrupaciones en caseríos que no superan las 40 viviendas- la mayoría de adobe y quincha- localizados en torno a los antiguos cauces de los ríos



Desaguadero y Mendoza. La población se reconoce como de ascendiente huarpe y las actividades productivas que realiza están destinadas fundamentalmente a la subsistencia: cría de ganado menor para la producción de carne y guano, apicultura y artesanías. Se trata de un territorio en el que los graves problemas de desertificación han acentuado su condición periférica signado además, por el carácter extractivo de las actividades que tradicionalmente ha albergado.

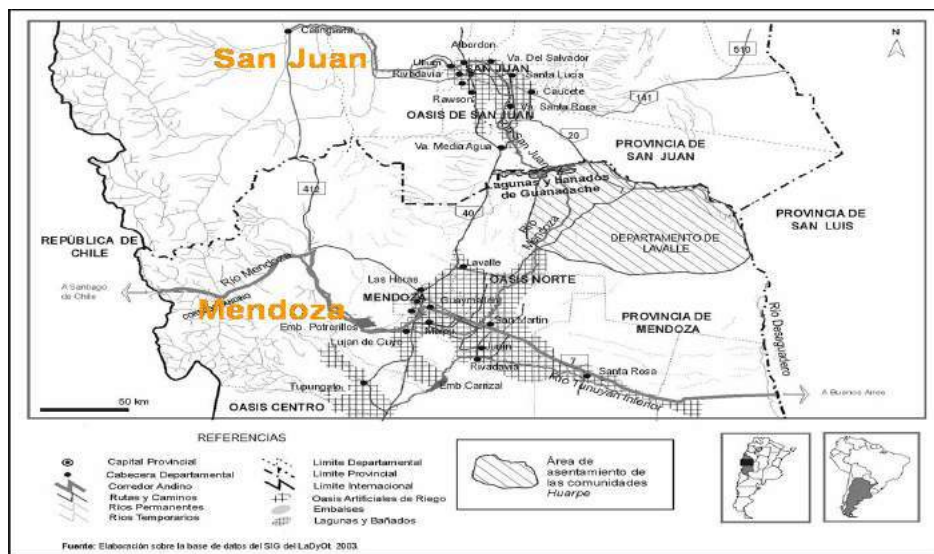


Fig. 1 Desierto de Lavalle

Si el paisaje es la porción del territorio percibida por un observador en la cual subyace la cosmovisión de este observador, el paisaje cultural del desierto lavallino refleja en su imagen la yuxtaposición de las visiones con que se ha construido este territorio. Por un lado, una visión enmarcada en un paradigma de desarrollo centrado en áreas urbanas y de oasis, cuya contracara “visible” son los grandes desequilibrios territoriales que han convertido a esta porción del territorio en un “espacio invisible” (MONTAÑA et al.2003).

La otra, que prioriza el desarrollo local a partir de los recursos endógenos del territorio, potenciándolos a partir de sus propios valores e instituciones. Esta segunda visión, aunque incipiente aún y con mucha menor cantidad de huellas dejadas, se propone generar un punto de inflexión en el proceso de construcción del hábitat y por tanto del paisaje y del territorio en cuestión. Sobre esta segunda visión se articula la estrategia de intervención que aquí se analiza.

Esta aproximación al problema de la construcción del hábitat en el desierto pretende ensanchar o diversificar la noción de *patrimonio* en el marco de una alianza entre el ordenamiento territorial, el desarrollo local y regional sustentable y los intereses de la población habitante en estos territorios.

Desde una estrategia de la lucha contra la desertificación y la pobreza, se trata de posicionar la discusión mas allá de los estudios temáticos, de las piezas componentes o de la materialidad de éstas, sino más bien, en el enfoque y aprovechamiento integrado de los recursos naturales y culturales.



Fig. 2 Paisaje de Lavalle



Fig. 3 Capilla de La Asunción

Desarrollo local y recursos culturales

Las recomendaciones de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD, 1995; UNCCD / PNUMA, 1995) a las Partes, rescatan como objeto de protección, promoción y aprovechamiento a las tecnologías, los conocimientos, la experiencia y las prácticas tradicionales de las poblaciones locales, con el fin de propender al desarrollo de estrategias para la lucha contra la desertificación a través de la capitalización de esos desarrollos en el mejoramiento de los mismos o en el diseño de nuevas tecnologías basadas en las tradicionales.

La utilización del patrimonio cultural como recurso para el desarrollo sustentable local se presenta como estratégico frente a la posibilidad y necesidad de articular nuevas propuestas para la diversificación de las actividades productivas. En los ámbitos tradicionalmente marginados, la búsqueda del fortalecimiento de las ventajas comparativas basadas en el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y culturales, podría otorgar a estos ámbitos, nuevas dimensiones de significados y nuevas oportunidades también, así como promover nuevos tipos de relaciones territoriales. El desafío

radica en la posibilidad de encontrar el espacio de oportunidad que permita que los productos de estos territorios periféricos sean demandados por el mercado.

En este marco, la búsqueda de la sustentabilidad se juega en que, además del conocido equilibrio entre factores sociales, económicos y ecológicos, esta relativa integración a circuitos económicos más dinámicos se produzca sin que estos territorios marginales pierdan los valores esenciales de su patrimonio. Si así no fuese, se estaría promoviendo una “explotación minera” de los recursos patrimoniales.

El sistema productivo de los puesteros del desierto de Lavalle en torno a la producción caprina denota la prevalencia de un sistema individual -e individualista- de baja eficiencia asociado a la incidencia de factores tales como: excesiva cantidad de cabras, técnicas de pastoreo extensivo, tierras desertificadas y/o en proceso de desertificación con graves problemas en la tenencia y propiedad, problemas de sanidad en el rodeo -altos índices de brucelosis, tuberculosis- y serias dificultades en la comercialización entre otros. Además, esos mismos procesos han tenido consecuencias en otros campos, erosionando algunos de los recursos culturales de la comunidad, como los conocimientos de las tecnologías tradicionales ligadas a la construcción del hábitat.



Fig. 4. Puesto en el desierto

Frente a este panorama, y con el objeto de promover el reconocimiento de la situación actual de desertificación del ambiente por parte de los actores directos y el desarrollo sustentable a través de la diversificación de la producción y aprovechamiento de los recursos existentes, se propuso la creación de una Unidad de Producción y Servicios (UPyS).



La UPyS, una experiencia de patrimonialización del desierto

Promover un proceso de patrimonialización en el desierto de Lavalle, requiere definir qué es lo que los actores sociales desean poner en valor en un contexto donde justamente el patrimonio, no es lo más evidente. Es necesario seguir avanzando en un debate, desde luego aún no agotado, para luego definir el modo de implementación de dicho proceso.

Sin embargo, y mediante diversas estrategias de investigación-acción y conjuntamente con los pobladores de las áreas en cuestión, se acordó un proyecto basado en la expansión de las posibilidades de los saberes propios de la comunidad a través de la incorporación de técnicas de bajo impacto en las prácticas tradicionales, pero con alto impacto en la producción.

El proyecto consiste en desarrollar un emprendimiento piloto basado en la articulación de tres líneas de actuación: una de investigación, una productiva y una de desarrollo. La propuesta ha sido elaborada sobre las necesidades que planteaba el estudio de producción animal liderado por los veterinarios en una co-construcción con la comunidad local que aportó ideas y trabajo. Dentro de este esquema de trabajo, se generaron al interior del proyecto general, una serie de subproyectos específicos y complementarios entre sí.

Estos subproyectos están orientados a generar: (1) un sistema de producción de leche de cabra sana acorde a las normativas vigentes del SENASA; (2) un sistema de producción de pasturas adaptadas a las condiciones de las zonas áridas; (3) un laboratorio de control primario de la sanidad de los rodeos caprinos; (4) estaciones de compostaje y lombricultura a partir del aprovechamiento del guano y de los desechos orgánicos de las viviendas; (5) un centro de interpretación para educación, transferencia y turismo y un observatorio de los procesos de avance en la lucha contra la desertificación y la pobreza.

La propuesta se complementa con la instrumentación de una escuela-taller paralela al proceso de ejecución del proyecto como instancia de participación y capacitación. Al mismo tiempo que construyendo el consenso con la comunidad, la cual no sólo aportó ideas si no trabajo para llevar a cabo la propuesta. Para casi todos los subproyectos fue necesario reflexionar, analizar y efectuar propuestas relativas a la construcción de hábitat: del paisaje en general y en particular, de construcción con elementos tradicionales, especialmente en tierra cruda.



Las señas de identidad presentes en el patrimonio vernáculo del territorio en cuestión, si bien comparten algunos patrones con los patrimonios de las zonas áridas (Inst. de Inv. en Viv., FAU-UBA, 1972; CANEPUCCIA, P. s/f; ROTONDARO R.; 1991), evidencian sus rasgos diferenciales a través de elementos claves que singularizan la articulación entre el objeto y el entorno, el uso de los espacios, la morfología resultante y las tecnologías constructivas utilizadas. Esos elementos son fundamentalmente: volumetrías simples desprovistas de elementos ornamentales, grandes espacios intermedios articulando el interior y el exterior propio; utilización de elementos de cierre que delimitan el espacio privado de la unidad, muros pesados de adobes con pequeñas aberturas, muros de quincha, cubiertas livianas de torta de barro y cúpulas en edificios singulares de alto valor simbólico.

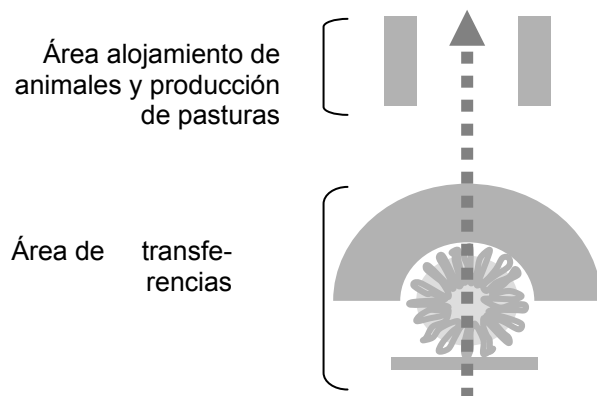
Las decisiones para la definición del proyecto arquitectónico se basaron en las siguientes premisas de diseño como hipótesis de paisaje: arquitectura integrada al entorno, de fuerte impacto en la recuperación y puesta en valor de la arquitectura vernácula; conceptualización de las nuevas edificaciones como estrategia demostrativa de los objetivos del proyecto; desarrollo de equipamiento apropiado a las necesidades de la intervención sobre la base de las técnicas artesanales locales y uso responsable de los recursos territoriales endógenos. Para ello la propuesta se basa en la recuperación de las tipologías rurales tradicionales, utilización de tecnologías apropiadas, de energías alternativas y mano de obra local.

El proyecto

El proyecto se localiza en La Asunción, localidad ubicada a 80 Km. de la ciudad de Mendoza. La población asciende a unos 250 habitantes y la comunidad huarpe local “Paula Guaquinchay” es propietaria del suelo donde se asienta este pueblo. Cuenta un mínimo de servicios –escuela, dispensario- e infraestructuras básicas –línea eléctrica monofilar, pozo profundo para la extracción de agua-

El terreno disponible por su dimensión, forma y ubicación condicionó fuertemente el partido adoptado: Sobre un eje paralelo a la dirección dominante del terreno, se generaron dos ámbitos, uno organizado en torno a un patio de carácter público que articula el observatorio científico, el centro de interpretación o de recepción de visitantes y la usina láctea –éste último de acceso restringido-. El segundo ámbito, alejado del anterior reservado exclusivamente para la producción y alojamiento de animales.





Dado el carácter piloto del proyecto, la propuesta tecnológica se basó en utilizar las tecnologías apropiadas tanto a los sistemas de producción del hábitat local como a los requerimientos establecidos por la normativa vigente del SENASA y de sismo resistencia.

Para ello se utilizará: adobe y quincha mejorada, cubierta de torta de barro liviana sobre cañizo y estructura de rollizos en los galpones para la estabulación de las cabras, quincha tradicional en la construcción de las pequeñas guacheras, muros de adobe y cúpulas de adobe y de quincha con variantes diversas en el centro de recepción de visitantes, el observatorio contará también con un sistema mixto de adobe y quincha. Dadas las características específicas en cuanto a instalaciones, terminaciones y funcionamiento que deben cumplir la sala de ordeño, de frío y conservación de la leche, se ha optado por un sistema de muros de ladrillo y estructura de hormigón armado con cubierta liviana. Todo el conjunto estará cercado por muretes de tapial.



Fig. 5 Perspectiva patio central



Fig. 6 Perspectiva galpones

Consideraciones finales

La construcción del paisaje en el desierto de Lavalle ha privilegiado el uso de la tierra cruda como material predominante de las piezas significativas de la producción del hábitat. Los testimonios materiales que conforman el patrimonio de la región e imprimen en el paisaje cultural algunas de sus señas de identidad más fuertes, están asociadas a la utilización de la tierra cruda. La intervención de la UPyS como estrategia para el desarrollo local, intenta recoger en su propuesta esas señas de identidad presentes en el patrimonio construido en tierra así como las dadas por el patrimonio intangible de la comunidad huarpe local.

El proyecto se encuentra en los inicios de la primera fase de las obras y talleres, por lo que son más abundantes los interrogantes e incertidumbres que las conclusiones sobre los resultados obtenidos. En este estadio del proyecto, los avances realizados inducen a múltiples reflexiones. Entre ellas se destaca aquí un eje de reflexión acerca de cómo se articulan los actores involucrados en el proyecto, cada uno con sus posturas, en esta construcción común de un hábitat. Esta cuestión es particularmente evidente cuando se trata de tomar decisiones en torno a la utilización de la tierra cruda como material privilegiado en este proyecto.

Por un lado los organismos gubernamentales de fiscalización y control requieren determinadas condiciones de terminación de los locales destinados a la manipulación de la leche para las cuales, la construcción en tierra cruda se presenta como una solución con desventajas frente a otras de tipo más industrializado en virtud de una serie de debilidades inherentes a la misma tecnología. Desventajas que resultan insalvables dentro de los límites de una coherencia tecnológica y razonabilidad económica.

Por otro lado, el gobierno local apoya las iniciativas para el desarrollo y la preservación del patrimonio, interviniendo en forma directa sobre el paisaje y los bienes culturales de su territorio.

La tierra cruda ha sido el material utilizado para ello. Sin embargo, el proyecto de la UPyS ha debido ser presentado para su aprobación por el municipio como “Proyecto Experimental” ante la ausencia de normativas que ordenen y reglamenten las tecnologías tradicionales con tierra cruda.

Por su parte, la comunidad mantiene vivos los sistemas constructivos tradicionales a la vez que va incorporando algunos cambios en virtud de la disponibilidad de materiales como de saberes disponibles.



Finalmente, nosotros los técnicos aportamos nuestra postura, ésta no sin fisuras y diferencias al interior, pero con la convicción de la necesidad de buscar el consenso para responder a las demandas y capitalizar los aportes de todos los actores. Las tecnologías tradicionales han sido eficientes en la satisfacción de las necesidades de sus propios productores y consumidores las cuales no han estado inmóviles si no por el contrario han ido evolucionando. El proyecto de la UPyS, constituye un nuevo programa de necesidades y de modos particulares de resolver esas necesidades. La respuesta técnica fue optar por las tecnologías apropiadas: tecnologías tradicionales a las que se suman las mejoradas y fácilmente "apropiables", e industrializadas que han sido "apropiadas" por la comunidad local.

Esta dispersión de las conceptualizaciones y consecuentemente sobre las acciones factibles de realizar, plantean al menos dos cuestiones. Por un lado, la necesidad de generar una interacción más flexible y dinámica con los organismos gubernamentales encargados de la fiscalización y control y las comunidades locales. Flexibilización que pretende facilitar la aplicación de las normativas con el fin de optimizar la relación entre los requerimientos, los recursos y las posibilidades existentes y adecuar los mecanismos de gestión para que estas propuestas puedan viabilizarse y transferirse a distintos usuarios con problemáticas comunes.

Por el otro, nos recuerda una vez más el estado de desconocimiento y por tanto de desvalorización de nuestro patrimonio vernáculo, de sus aportes a la construcción del hábitat, de la vigencia de sus valores y de la necesidad de formar conciencia sobre esta problemática en los distintos ámbitos de actuación: de formación y capacitación, fiscalización, control y especialmente, en los de decisión para la formulación de políticas de desarrollo local.

Bibliografía

- | | | |
|-------------------------|-------|---|
| ABRAHAM, Elena
María | 2003. | DESERTIFICACIÓN: BASES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN. APORTES A LA TOMA DE DECISIÓN. <i>Zonas Áridas</i> , Lima, Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, Univ. Agraria La Molina, N° 7, 19; 68, ISSN-1013-445X |
| DE ROSA, Carlos. | s/f | INVESTIGACIÓN DE LA VIVIENDA EN ZONAS ÁRIDAS ARGENTINA. LA RIOJA. |



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

- | | | |
|---|------|--|
| DI PIETRO PAOLO, Luis | 2001 | HACIA UN DESARROLLO INTEGRADOR Y EQUITATIVO: UNA INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO LOCAL. En Burín, D. y Heras, A. (Comp.) <i>"Desarrollo Local. Una Respuesta Escala Humana A La Globalización"</i> . Ediciones Ciccus – La Crujía. Bs. As. |
| INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN VIVIENDA. FAU – UBA | 1972 | TIPOS PREDOMINANTES DE VIVIENDA NATURAL EN ARGENTINA. EUDEBA, Buenos Aires |
| MINKE, Gernot | 1994 | MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA. Editorial Nordan – Comunidad. Montevideo, Uruguay |
| MONTAÑA, Elma, TORRES, Laura; ABRAHAM, Elena; TORRES, Eduardo R.; PASTOR, Gabriela. | 2003 | LOS ESPACIOS INVISIBLES. SUBORDINACIÓN, MARGINALIDAD Y EXCLUSIÓN DE LOS TERRITORIOS NO IRRIGADOS EN LAS TIERRAS SECAS DE MENDOZA, ARGENTINA. Revista Región y Sociedad de El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, México |
| NIETO, Nemecio et al. | 1991 | DISEÑO DE PROTOTIPOS DE VIVIENDAS CON USO DE MATERIALES Y TECNOLÓGICAS REGIONALES. DEPARTAMENTOS DE ULLÚM Y ZONDA. SAN JUAN. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. |
| ROTONDARO, Rodolfo | 1991 | ESTRUCTURA Y ARQUITECTURA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS. En García Fernández, J., Tecchi, R. "La Reserva De Biosfera Laguna de Pozuelos: Un Ecosistema Pastoral en Los Andes Centrales. PER-INBIAL UNJu. |
| ROTONDARO, Rodolfo | 2002 | EL PROYECTO EN AMBIENTES ÁRIDOS. PROPUESTA PARA EL ECOPROYECTO EN EL ALTIPLNO ARGENTINO. Memoria 1º Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur. FAU -UNT |



Referencias

- (a) Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial; IADIZA – CRICYT – CONICET.
(b) Integran el equipo de proyecto: Elena M. Abraham (dir.), José Luis Sánchez, Carlos Stassi, Eduardo Torres, Gerardo Vaquer, Esteban Fernández, Roberto Ahumada, Adriana Saua, Ana M. Castillo, Elma Montaña, Laura Torres, Gabriela C. Pastor, Silvia Urbina, Marina Sorroche, Jorge Benegas,

Autores

Gabriela C. Pastor: Arquitecta, Investigadora CONICET – IADIZA - CRICYT. Investigadora Proyecto Ambiente, Territorio, Turismo y Desarrollo Sustentable Regional - CIUNT. Doctoranda Univ. de Sevilla. Correo Electrónico: gastor@lab.cricyt.edu.ar. Teléfono.: (54) 2614280080

Elena M. Abraham: Geógrafa, especialista en Formación ambiental, Investigadora CONICET, Directora del LADYOT-IADIZA. Docente en carreras de grado y posgrado. Correo electrónico: abraham@lab.cricyt.edu.ar Teléfono.: (54) 2614280080

Laura M. Torres: Lic. en Trabajo Social. Becaria CONICET. –docente en carrera de grado y posgrado. Doctoranda Univ. de Sevilla. Se desempeña en el LaDyOT. Correo Electrónico: ltorres@lab.cricyt.edu.ar. Teléfono.: (54) 2614280080

Elma C. Montaña: Arquitecta, Doctora en Geografía, Ordenamiento Territorial y Urbanismo de la U. Sorbonne Nouvelle, Investigadora CONICET-CRICYT. Docente de carreras de grado, posgrado y doctorado. Correo Electrónico: emontana@lab.cricyt.edu.ar. Teléfono.: (54) 2614280080

Eduardo R. Torres: Ingeniero de Petróleos-UNCu. Personal de la Carrera de Apoyo a la Investigación del CONICET. Profesor Titular de la Cátedra Aguas Subterráneas de la Facultad de Ingeniería Uncu. Se desempeña además en el Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial (LaDyOT) del IADIZA. Correo Electrónico: etorres@lab.cricyt.edu.ar Teléfono.: (54) 2614280080

Silvia S. Urbina: Personal de la Carrera de Apoyo a la Investigación del CONICET. Se desempeña en el Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial (LaDyOT) del IADIZA Correo Electrónico: surbina@lab.cricyt.edu.ar Teléfono.: (54) 2614280080



SUSTENTABILIDAD DIFERENCIAL DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS A BASE DE TIERRA CRUDA

Arq. María Lombana - Lic. Biol. Paloma Fernández

RESUMEN

La presente aportación ofrece un marco metodológico para la evaluación, en términos de sustentabilidad integral, de los efectos ambientales ocasionados por el ciclo completo de los distintos materiales y técnicas de construcción a base de tierra cruda, que son comparados con otros de utilización frecuente, ordenando dicho análisis de acuerdo a la clasificación de los parámetros ambientales susceptibles de ser afectados de las distintas actividades involucradas. A través de la identificación y valoración de dichos efectos potenciales, es posible establecer una caracterización comparativa que permitirá no sólo prever la naturaleza y magnitud de los impactos que pudieran originarse, sino adoptar las medidas protectoras y correctoras que permitan minimizar los impactos negativos y determinar los residuales.

ABSTRACT

This article offers a systematic framework that allows evaluating, through integral sustainability terms, the total cycle of those different constructive techniques and comparing with the others frequently used. Through identification and determination of the values of the eventual environmental effects, we will be able to establish their comparative results from the production process as much as those from the application of some of the different materials and techniques, which allow us to define and value the complete environment where these activities are developed, in order to predict a nature and magnitude of effects that could originated from the application of each technique compared with its alternative. Likewise, this analysis provides diverse typologies of protective and corrective measures in order to minimize negative and residual impacts after their application.

1. INTRODUCCIÓN

En tiempos de creciente preocupación por los temas ambientales, llama la atención la escasa referencia a las cualidades ambientales de los materiales y técnicas de construcción en la enseñanza de la arquitectura, pese a



las fundamentales implicaciones ambientales que tiene el desarrollo de la profesión; esto se refleja en la práctica profesional que, a su vez, condiciona los contenidos curriculares, perpetuando una situación en la que se denota la falta de apreciación por temas tan fundamentales como la construcción con tierra.

Los resultados de los múltiples intentos de los profesionales y equipos multidisciplinares preocupados por mejorar este estado de cosas pasan por la sistematización de la información ambiental disponible, porque precisamente en el marco de la construcción con tierra cruda es posible encontrar y averiguar muchas consideraciones ambientales que avalarían las tesis de quienes apoyamos una racionalización e intensificación del uso de materiales y técnicas tradicionales.

2. FACTORES AMBIENTALES E IMPACTOS POTENCIALES

- MEDIO ABIÓTICO:

Los parámetros potencialmente afectables pertenecientes a este apartado se clasifican temáticamente en grupos de factores geológicos, geomorfológicos y procesos de riesgo; hidrológicos e hidrogeológicos; edafológicos; climatológicos y bioclimatológicos.

Típicamente, la afección a elementos geológicos-geomorfológicos y edafológicos se deriva de la desaparición de puntos de interés singular, del valor productivo o de la extensión que tenga la actuación a la que sea sometido el territorio. Mención aparte merece la consideración de los procesos de riesgo en el tema que nos ocupa, fundamentalmente los sísmicos, ya que los demás (inundaciones, deslizamientos en masa, etc.) son comunes a toda construcción.

Cabe destacar el bajo impacto de las técnicas de ensayo y extracción de la tierra, que puede realizarse manualmente (basta una pala vizcachera), sin necesidad de emplear maquinaria pesada, a diferencia de lo que sucede en las canteras y otras extracciones de terrígenos; este no es tema menor: las industrias extractivas a cielo abierto producen un impacto ambiental combinado superior al que suman todas las restantes (Fernández, 1987) Lo mismo sucede con las técnicas analíticas de las propiedades de los materiales, fundamentalmente *de visu* o basadas en la aplicación de tecnologías físicas sencillas. Los restantes materiales sólo pueden ser ensayados en laboratorios.

Análogamente, las posibilidades de afección a puntos singulares por la extracción de tierra tendrán genéricamente menor intensidad y extensión, dada la escasa profundidad y extensión a remover.



Los terremotos constituyen la acción natural más desafiante para la construcción con tierra (Blondet et al., 2002, pp 123). Las fallas de estos edificios pocas veces se deben a cargas verticales o exclusivamente gravitatorias. La persistencia de construcciones varias veces seculares hace posible extraer muchas lecciones, también disponibles a través de la aún escasa investigación aplicada. *"Conviene desechar la idea de que los edificios de tierra son construcciones deleznable que se deterioran con facilidad. Nada más alejado de la realidad, pues el estado en que encontramos estas edificaciones suele obedecer más a su antigüedad y falta de mantenimiento que a un comportamiento inadecuado de su material de construcción."* (Maldonado et al. pp. 9).



Figura N° 1. Fabricación de adobes



Figura N° 2. Cantera

Con respecto a la hidrología e hidrogeología, las peores afecciones suelen producirse en la fase extractiva de la materia prima por modificación de los cursos de agua, efecto por cierto frecuente en las extracciones de áridos. En cambio, las actividades relacionadas con la obtención de materias primas y producción industrial de materiales de construcción pueden adicionalmente afectar incluso a su sistema acuífero en su circulación, forma y fluctuaciones anuales superficiales, a su carga y descarga y a la calidad de estas aguas subterráneas.

El clima es determinante sobre los pueblos y sus modos de vida. El estado de salud de las personas interactúa en gran medida con esta componente ambiental. Por ello no es de extrañar que se hayan ido seleccionando materiales y tipologías tradicionales que optimizan el confort con un gasto mínimo de recursos, las construcciones autóctonas o arquitectura popular. Por el contrario, la moderna construcción urbana los ha seleccionado según criterios ajenos a su influencia en la vida; como resultado, *la construc-*

ción urbana moderna es tendencialmente patológica (Rodríguez et al., pp. 18); se ha aislado no sólo de su contexto climático sino de los agentes de depuración naturales. De ello hablaremos en extenso al señalar algunos de los efectos potenciales que tienen los diversos materiales sobre la salud humana.

- MEDIO BIÓTICO

Los factores a analizar en este caso son los relativos a la vegetación y a la fauna. Por las mismas razones de extensión y magnitud del área receptora de impactos, estos componentes son, al igual que los abióticos, menos susceptibles frente a las actividades extractivas de la tierra en relación a los demás materiales debido a que, además, la ausencia de mayor elaboración de la materia prima propicia que no sea necesario enfrentar toda la habitual pléthora de impactos de las actividades industriales.

Típicamente la vegetación siempre desaparece de las zonas en las que el hombre suplanta el primigenio uso del suelo, siendo esta afección tanto más grave cuanto más cerca de la situación ecológicamente climática se encuentre la vegetación actual de la zona en cuestión pero, además, la vegetación es el sustento de las actividades de la fauna, por lo que los efectos de dicha desaparición tienen una repercusión inmediata que es tanto peor cuanto mayor es la intensidad de la actividad que se desarrolle.

Las perturbaciones derivadas del empleo de maquinaria y del tránsito de vehículos, así como la aparición de obstáculos a los ciclos y flujos biológicos son mucho más intensas y, por tanto, peores, cuanto más se complique e intensifique una actividad dada; por tanto, es obvio que, análogamente a lo que sucedía con los elementos del medio abiótico, los procesos que implica la extracción de tierra son los más ventajosos para los elementos vivos al ser los que requieren, en cada una de sus fases, de la tecnología más sencilla.

- MEDIO PERCEPTUAL

No es posible abarcar un análisis de la complejidad y concreción que tiene el paisajístico sin situar en su contexto territorial el punto concreto que recibirá determinados impactos pero, en general, el menor desmalezamiento y movimiento de tierras que requiere la extracción de tierras en comparación con los efectos que sobre el paisaje produce la construcción de cualquier cantera, privilegian a la primera. No obstante en este tema, al igual que en los restantes, la adopción de los recaudos iniciales necesarios evitará enfrentar posteriormente deterioros que requieran de actuaciones intensivas de recuperación.



- MEDIO SOCIOECONÓMICO E INSTITUCIONAL

El aumento de la población urbana en América Latina, debido en gran medida a las emigraciones de la población rural, la sitúa en el 60 % del total, con el consiguiente proceso de aumento de la pobreza en las áreas urbanas que ya alcanza en el subcontinente a casi a 150 millones de personas. Esta situación ha obligado a buscar alternativas que frenen los grandes deterioros que está sufriendo el área y no sólo en sus aglomeraciones urbanas, ya que en las zonas rurales la situación es aún peor, con un crecimiento de la pobreza y de la exclusión aún más acentuado.

Uno de los muchos desafíos de América Latina pasa por alentar la participación de los pobladores en la gestión integral de su hábitat. En este sentido es obligado destacar la enorme cantidad de puntos de encuentro bajo la temática común de la construcción con tierra. Muchos textos sobre la construcción con tierra adjuntan extensos listados de empresas, cooperativas, ONGs, centros universitarios y administrativos relacionados, nodos que van articulándose como red social sustentadora de la actividad. Sólo diremos que no puede apreciarse semejante contribución a la articulación social ni en torno a ningún otro tema constructivo. Pero precisamente uno de los escollos toca el punto del marco legal: existe una falta generalizada de normativa técnica para la construcción con tierra que se enmarque en lo razonable (CIRSOC y similares).

Por ejemplo, en Perú hace varios años que se cuenta con una norma para la edificación de viviendas de tierra sismorresistentes, la ININVI 1978, pero al año 2002 los pobladores no podían aplicarla porque requiere afrontar el gasto de un ingeniero estructural. Aún así, las falencias pueden ser subsanadas, pero no hay modo de suplir los efectos sociales derivados de la elección de unos u otros materiales, sobre todo a través de las economías locales.

- RECURSOS CULTURALES

La mayor superficialidad de las afecciones al medio físico producidas para la extracción de tierra garantiza una menor lesividad general de las mismas en detrimento de excavaciones más profundas en busca de obtención de elementos de mayor granulometría. Además, la tierra se extrae generalmente de depósitos aluvionales que, por su propia naturaleza genética, hacen mínimo el riesgo de afección a los recursos arqueológicos y paleontológicos, aunque sí pueden contener vestigios del poblamiento rural.

Pero el impacto más importante de la tierra para la variable cultural no es uno negativo, sino uno positivo y vivo. El uso de la tierra como material de



construcción en regiones como la andina es un proceso dinámico, no es sólo un vestigio histórico, es una *"realidad actual que responde a cuestiones como el mercado global, la producción informal, la identidad cultural, el arraigo, el patrimonio, la enseñanza en las universidades y otros elementos que se contraponen a la influencia de los modelos de desarrollo dominantes."* (Calla, 2002).

La tecnología para la construcción de viviendas producida por los habitantes de la región andina en época prehispánica tiene su principal origen en sus formas de vida, concebidas en simbiosis con las leyes de la naturaleza cuyas normas obligaban al uso racional de sus recursos energéticos -la energía más limpia y menos contaminante es la del ahorro- y de sus materiales naturales, entre ellos principalmente la tierra para la construcción, además de conformar un urbanismo que respondía a toda una concepción cosmogónica avanzada (Fernández, Lozano y Martínez, 1994). Aún en la actualidad, la forma de construir estas viviendas en muchas áreas rurales andinas comienza con la fabricación comunal de los adobes según la tradición comunitaria de la "minka", que data del incanato. El mérito de la conservación de semejante legado se explica por sí solo.

- ASPECTOS DE RIESGO PARA LA SALUD Y LA SEGURIDAD

* La **tierra cruda**, arcilla y arena, es un material versátil, de excelente comportamiento técnico y bajo costo. Sus cualidades ecológicas son muy buenas: transpira, es higroscópica, tiene capacidad de difusión, buena capacidad de almacenar frío o calor, es relativamente aislante y tiene una emisión radiactiva muy baja. Es relativamente abundante y fácil de trabajar y, como ya expusimos anteriormente, sus costos energéticos son bajos y su uso, extracción y desecho no generan los impactos de otros materiales.

* El **barro cocido**, tierra sometida a la acción del fuego, presenta cualidades biológicas ya más disminuidas: transpira poco, no es higroscópico y tiene muy poca capacidad de difusión; es más frío al ser más conductivo, y hay que considerar en cada caso:

- Materias primas (el uso aditivos eleva su radiactividad).
- Vitrificados (implican el uso de sustancias químicas).
- Consumo energético (que primero fue madera y ahora sigue siendo otra fuente no renovable) para su producción y distribución.
- Su producción frecuentemente implica emisión de sustancias tóxicas.

* **Cal y yeso**: el yeso natural es igual de inocuo que la tierra, pero proviene de canteras y es escaso, por lo que se recurre a yesos artificiales, de los



cuales sólo es aceptable el sintético, de alto consumo energético para su producción y distribución. Los demás (químico y procedentes de depuración de humos) son ambientalmente desaconsejables.

* **Metales:** Son recursos no renovables. El hierro altera el campo magnético natural, el aluminio tiene elevados costos ambientales y energéticos, el plomo es muy tóxico (pese a lo cual se sigue usando en reparaciones y mantenimiento e impermeabilizaciones).

* **Mortero de cal:** tienen buenas cualidades bióticas (transpiran, son higroscópicos) y gran capacidad de difusión; la cal es desinfectante.

* **Mortero de cemento:** cualidades bióticas muy pobres, poco difusor, poco permeable, poco elástico, muy conductivo, aguanta mal el paso del tiempo.



Figura N° 3



Figura N° 4

* **Mampostería:** Se extrae de canteras y es más emisora de radiactividad.

* **Otros materiales frecuentemente empleados:**

- Asfalto (impermeabilizantes): cancerígeno.
- Alquitrán (impermeabilizantes): posible cancerígeno.
- Formaldehído (colas, aglomerados, lacas): cancerígeno, puede irritar las vías respiratorias.
- Lindano (protectores de la madera): Transtornos que van desde dolores de cabeza a la parálisis respiratoria.
- Fenol (espumas, resinas): idem lindano, puede dañar riñones e hígado.
- PCP-Pentaclorofenol (fungicidas): puede dañar huesos, riñones e hígado.
- E 605-Éster de ácido fosfórico (ignífugo, aditivo para plásticos): puede producir daños en el sistema nervioso, la vista y el hígado.
- PCB-Policlorados (aditivo para plásticos): puede dañar riñones e hígado y es otro posible cancer

- Estireno (plásticos, gomas, aislantes): puede producir daños a la vista, afecciones en las vías respiratorias y depresión.
- Tolueno (solvente): puede producir daños en el sistema nervioso, riñones, hígado y huesos.
- Xileno (solvente): narcotizante, puede producir daños en el sistema nervioso, riñones, hígado y corazón.
- PVC-cloruro de vinilo: cancerígeno, puede producir daños en el hígado, pulmones, sangre y otros tejidos.

Capítulo aparte merecen las emisiones radiactivas: dentro de las construcciones hay índices de radiactividad como media más elevados que al aire libre debido a la entrada de radón del subsuelo y a la emisión de partículas por parte de los materiales de construcción: Todos los materiales sometidos a procedimientos industriales energéticamente intensivos tienen una emisión radiactiva más elevada que el material de partida, que se dispara en el caso de escorias, yeso químico o fangos rojos. En cambio, materiales como la madera o el corcho absorben la radiactividad. Como puede constatarse los materiales modernos, además de manifestar un impacto ambiental genéricamente más negativo que los tradicionales durante todas las fases de su ciclo de vida, no sólo presentan un balance energético más desfavorable, sino que plantean diferentes niveles de duda acerca de sus efectos sobre la salud y la comodidad humanas.

3. CONCLUSIONES

El comprensible objetivo de mejorar las características técnicas de los materiales de construcción que, en un principio, tenían una acentuada base natural, ha sido logrado a un muy alto precio pagado por el medio. La construcción moderna ha ido abandonando muchos de los valiosísimos materiales y técnicas constructivas tradicionales para sustituirlos por otros nuevos: cemento, hierro, aluminio, subproductos de procesos industriales, materiales sintéticos, productos químicos, etc. La irrupción de la industria química en la construcción ha sido de tal magnitud que *aproximadamente unas 50.000 sustancias, muchas de ellas altamente tóxicas, encuentran aplicación en nuestros hogares* (Rodríguez et al. op. cit.).

Los hechos demuestran que gran parte de los nuevos materiales presentan bastantes problemas que hemos repasado: altos costos ambientales derivados de sus ciclos de producción, uso y desecho, radiactividad elevada, toxicidad, electricidad estática, falta de transpiración, interferencias en los campos magnéticos y eléctricos naturales, etc.



Cabe asignar diversas **medidas de protección y corrección de impactos** a cada efecto en particular de los detectados a lo largo del anterior análisis:

- En los materiales cerámicos conviene prestar atención a la procedencia de las materias primas (evitar escorias y subproductos de procesos industriales) y a la temperatura de cocción (evitar las temperaturas superiores a los 950°).

- El cemento, como material desnaturalizado que es, se debería utilizar en sus cantidades mínimas, al igual que colas, aditivos, solventes, etc. Deberá preferirse el blanco al gris. El preferible el uso de morteros de cal, de yeso (en interiores) o bastardos (cal, cemento y arena) que los de cemento.

- En la confección de los morteros y, en caso de poder elegir el tipo de arena o grava, se usarán con predilección las del tipo que dé el terreno. Lo mismo sirve para las piedras, siendo las más blandas las que menos radiactividad emiten.

- Los materiales sintéticos representan un capítulo aparte. El aceptarlos o rechazarlos exige de un exhaustivo estudio de los costos ambientales de cada uno de ellos, comparándolos con los de los materiales a los que sustituyen.

- En líneas generales, los plásticos más perjudiciales son los derivados de la química del cloro, con el PVC a la cabeza. Sin embargo, otros plásticos como el polietileno, que está sustituyendo al acero y al cobre en tuberías, tienen un menor impacto ambiental que aquéllos.

Pero ¿no sería más lógico priorizar, en la medida de lo técnica y económicamente factible, el uso de materiales de origen local y bajo costo energético, procurando además que sean naturales, saludables, perdurables, reciclables y que su producción, uso y descarte sean lo menos problemáticos posible?

La construcción con tierra es un claro ejemplo del deterioro y devaluación cultural y tecnológico sufrida en nuestro ámbito geográfico a partir de la revolución industrial, pasando a ser un tema marginal en el ámbito universitario latinoamericano que aún sigue negando mayoritariamente su estudio y enseñanza; además, bancos y gobiernos niegan financiamiento y respaldo a las modalidades constructivas más asequibles y sustentables.

Esto se conecta con una errada concepción de la modernidad, que asocia tierra con pobreza y precariedad, lo que ha supuesto una importante pérdida de identidad cultural que, a su vez, refuerza esa sensación de precariedad debido precisamente a la falta de conocimientos técnicos y científicos en el uso de este material de construcción.



Un ejemplo es el de la necesidad de investigación y desarrollo en el campo de las técnicas de refuerzo sísmico, utilizando elementos dúctiles en base a materiales de bajo costo que resulten aceptables bajo los criterios que rigen esta ponencia; sería una contribución para combatir el manido, descalificante y, como tantos otros, falso tópico de la deleznable y fragilidad de las construcciones de tierra. Otro ejemplo aún más sencillo: como se reseñó anteriormente, es frecuente que las fallas sísmicas por esfuerzo cortante se deban a que el mortero de los adobes estaba fisurado a consecuencia de una mala técnica constructiva, lo que comprende algo tan básico como un buen secado. Aquí entra en juego el papel de la extensión y de la capacitación a tiempo de evitar tantas desgracias, ya que lo que realmente mata en un terremoto son los edificios. Por ello son tan de destacar los esfuerzos que desarrollan centros del ámbito como la Pontificia Universidad Católica del Perú, la Universidad Católica de Asunción o la propia Universidad Nacional de Tucumán

Lejos de propugnar la vuelta a un pasado por cierto poco ejemplar en tantos casos, en los que la sobreexplotación de los recursos naturales ha sido siempre la máxima permitida por la tecnología disponible, es necesario comprender que la entrada hacia un futuro, cualquier futuro, pasa por cesar en esa irracional depredación, no producir materiales tóxicos ni insanos y usar en la construcción los materiales que supongan menores impactos negativos y que maximicen los positivos: que reduzcan el consumo de energía para su producción y transporte así como para el mantenimiento de los edificios, que éstos se construyan con materiales naturales, saludables, perdurables y que se puedan reciclar, prefiriendo en lo posible los de procedencia local.

Estas propuestas suponen el rescate de materiales y técnicas tradicionales que ahora podemos mejorar aplicando los valiosos conocimientos que actualmente poseemos, superando los estigmas sustentados por intereses de mercado que han terminado por impregnar la mentalidad del sector. Dentro de la gran variedad de materiales que nos ofrecen hoy la naturaleza y la industria es posible hacer una elección "*ecológicamente responsable, técnicamente viable y económicamente favorable*" (Rodríguez et al., op. cit. pp 10) y que, por tanto, no sólo no existe ningún motivo para desterrar la arquitectura natural: es ilógico que, desde la profesión, se hagan todos los esfuerzos para devolver en la construcción el lugar que le corresponde al material primigenio y materno, la tierra.

Excede los límites de esta ponencia incidir en otros aspectos igualmente interesantes de la bioconstrucción que será de gran interés ir



al análisis, pero es necesario al menos mencionarla aquí como concepto de rango superior enmarcado en la tendencia del paradigma emergente a trabajar en la mejora recíproca del ambiente y de la calidad de vida humana.

BIBLIOGRAFÍA

- | | | |
|--|------|---|
| BAULUZ DEL RÍO, Gonzalo; BÁRCENA BARRIOS, Pilar | 1992 | "BASES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TAPIAL" . Centro de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid. 79 pp. ISBN 84-7433-839-5. |
| BLONDET, Marcial; VILLA, Gladys; LOAIZA, César | 2002 | "COMPORTAMIENTO DE VIVIENDAS DE ADOBE SOMETIDAS A TERREMOTOS" . I Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, Siacot. 19 pp. Salvador- Ba. |
| CALLA GARCÍA, Alberto | 2002 | "LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN LA CULTURA ANDINA" . I Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, Siacot. 10 pp. Salvador- Ba. |
| FERNÁNDEZ, Paloma et al. | 1987 | "MANUAL DE RESTAURACIÓN DE TERRENOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN MINERÍA" . Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE). Madrid, |
| FERNÁNDEZ, Paloma; LOZANO, Alfredo; MARTÍNEZ, Carmen T. | 1994 | "LA CONCEPCIÓN CULTURAL DEL ESPACIO PREHISPÁNICO ANDINO" . Seminario "Las Ciudades en la Ordenación del Territorio". Mar del Plata (Argentina). Secretaría de Acción de Gobierno de la Presidencia de la Nación. |
| RODRÍGUEZ LLEDÓ, Camilo et al. | 1999 | "GUÍA DE BIOCONSTRUCCIÓN" . Mandala ediciones, Madrid. 128 pp. ISBN 84-95052-35-0. |
| SECRETARÍA DE ESTADO DE DESARROLLO Y VIVIENDA | 1978 | "EL ADOBE EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS" . Provincia de San Juan. |
| SOSA, Mirta E. | 2001 | "PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA TIERRA. PRUEBAS PRELIMINARES Y ANÁLISIS DE LABORATORIO" . Grupo TierraTucumán-FAU. UNT. 20 |



VIÑUALES, Graciela et al. 1994 **"ARQUITECTURA DE TIERRA EN IBEROAMÉRICA"**. Secretaría de Ciencia y Técnica- Universidad del Nordeste. 127 pp.

Autores

María Lombana: Arquitecta y Especialista Internacional en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Jefe de Trabajos Prácticos en la FAU/UNT. Gerente de la empresa Artes y Oficios, dedicada a arquitectura y medio ambiente. Correo electrónico: artesyoficios@arnet.com.ar

Paloma Fernández: Bióloga Ambiental y Especialista en Ordenación del Territorio con más de 20 años de experiencia profesional.



ARQUITECTURA DE TIERRA. MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

¿Sustentabilidad o adaptabilidad? en los pobladores de Susques, noroeste de Argentina.

**Adolfo Rodrigo Ramos - Andrés Nicolini-
Carlos Demargassi – Juan Carlos Marinsalda**

Resumen

Nos introducimos en el conocimiento constructivo tradicional de un grupo rural andino que construye en tierra y piedra en Susques desde, por lo menos, fines del siglo XVII. Este grupo posee una organización social muy simple destinada al mantenimiento de sus edificios patrimoniales, en la cual circunstancialmente participan agentes públicos o privados. Detectamos algunos patrones constructivos y tipológicos locales en el contexto de una cultura estrechamente relacionada con los ciclos de biosfera y la adaptación al ambiente. Reconocemos algunos criterios y decisiones sobre los recursos constructivos, en una actitud que tiende a la sostenibilidad regional del sistema productivo puneño, tan delicado y ancestral. Se analizan aquellos factores que desequilibran esta forma de vida con decisiones contradictorias. Finalmente se presentan las principales líneas de trabajo a futuro para conseguir la sostenibilidad constructiva de las intervenciones patrimoniales y la construcción local.

Abstract

We introduce in traditional construction knowledge of Andean people group. They build with earth and stone from end of age XVII. This group has an organization very simply for maintenance of his heritage buildings. We detect some constructions and typologies patterns in context of this culture in strong relationship with biosphere cycles and environmental adaptation. We find some criteria and decisions about construction resources that tend to improvement the regional sustainability of Andean productive system, so fragile and aged. We analyzed factors that produce the lack of balance to this life way. Finally, we present the future work areas to challenge the sustainability of buildings and local developments.



INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad: una alternativa espontánea en los pueblos puneños

Nos enfocamos en la importancia social y técnica de las prácticas constructivas, que para los pobladores forman parte de un conocimiento ecológico ancestral (Delgado y Göbel, 2003: 82). Ese saber recibe diferentes denominaciones: arquitectura sin arquitectos (Rudofsky, 2002<1964>), modo intemporal de construir (Alexander 1969) arquitectura espontánea o popular (Asensio et. al., 1974: 55), las tecnologías constructivas tradicionales (Rotondaro, 1985: 38). Estas prácticas son resultado del *traslado* cultural desde los Atacamas hasta el presente.

Planteo del problema hipótesis y objetivos

El problema más claro es la incongruencia entre el paradigma arquitectónico-constructivo de los técnicos especialistas y el propio de los constructores locales. Esto repercute en la sostenibilidad tanto del *mundo formal como el informal del hábitat construido* (De Schiller et al 2003: 15) en Susques. La hipótesis de trabajo es que la sostenibilidad no está sólo en el avance o mejoramiento tecnológico sino en la adopción de aquellos cambios durables en el repertorio tecnológico de los pueblos. El objetivo de este trabajo es aproximarnos a los criterios que sostienen la construcción tradicional, adaptable al medio.

Metodología

Se realizaron ocho entrevistas con personas referenciales del pueblo en cuanto a construcción. Además se entrevistaron dos pobladores externos a este grupo. Las entrevistas se componen de un diálogo y una encuesta conducidos con un formulario de preguntas abiertas y otras condicionadas.

EL AMBIENTE Y LOS POBLADORES

Emplazamiento, clima, microambiente

El poblado de Susques (fig.1) se implanta territorialmente a través de una estructura religiosa colonial que abarca todo el pueblo. La tipología de iglesia con atrio y posas (plano 1); oratorios o apachetas delimitando el espacio existencial o ceremonial hacia los cuatro puntos cardinales y antiguos

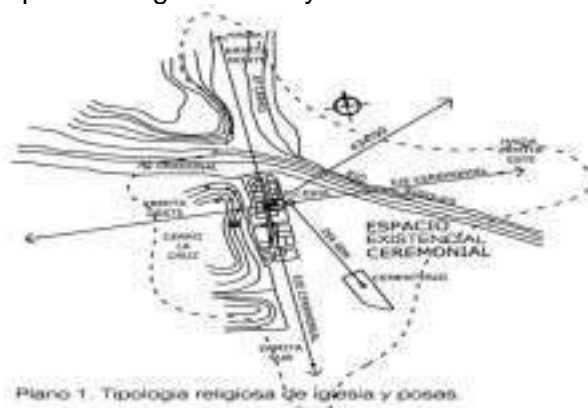


accesos (Gisbert y Mesa, 1985: 123-144; Marinsalda et al. 2002). Esto le confiere al pueblo un fuerte significado religioso y congregante en la región, probablemente desde la presencia católica (Muñoz 1894; Bertrand 1885) (a). Esto refuerza su condición de polo micro regional (Rotondaro et al., 1986) para un cúmulo de caseríos dispersos y pueblos más alejados.



Figura 1. Emplazamiento del pueblo de Susques.

Caracterizan al clima del lugar, un registro anual de precipitaciones entre 100 y 200 mm (Buitrago 2000). Las lluvias son intermitentes e intensas y se combinan con vientos provenientes del sector noreste (Buitrago, op. cit.). Las fluctuaciones diarias de temperatura generan una amplitud de 18 °C. La radiación solar es elevada (224.4 W/m^2), y favorece la utilización de materiales de elevada inercia y retardo térmico como el adobe y la cubierta de gramíneas locales (guaya= *Deyeuxia fulva*) asentadas con torta de barro. También se producen granizadas y nevadas.



Pobladores ancestrales

Una de las características sobresalientes de Susques es la existencia de una comunidad activa y conciente de sus capacidades como grupo, originada en un ayllu incaico en la puna de Atacama.

La zona además es interesante desde el punto de vista minero por la existencia de bórax, cobre y ónix (DPMJ, 2003, mapa minero). La explotación de tales sustancias influye en la consolidación de Susques como pueblo, al igual que Coranzuli o Rinconada.

En realidad si observamos las costumbres actuales de los pobladores podemos entender que en la extensa vida de Susques como hábitat (Yacobaccio et. al., 1996: 2), estamos atravesando un período seco que obliga a los actuales pobladores a permanecer cerca del pueblo, buscando otros medios de subsistencia también posibilitados por los planes sociales y ayudas al desempleo.

Pobladores constructores

Encontramos algunos aspectos convergentes entre los entrevistados. Uno de ellos es la medida de los adobes. Don Fausto dice: ***_se cortan de 30x40 y 25x40, depende del techo, si es de torta y paja o chapa. Si es de torta se usa 30x40; si es chapa se usan de 25x40 nomás.***

Don Robustiano y Don Guillermo: ***_Se cortan de 30x40 y 25x40, son los dos tamaños que se usan según la posición del muro, si es de borde [es decir perimetral] o si va adentro [es decir divisorio;].***

Don Julio: ***_ Antes era muy común construir adobes de 30x40x10; ahora se construyen más comúnmente de 20x40 y hasta de 20x30 [expresando la reducción de los espesores de las paredes y la asimilación a las medidas de los ladrillos cerámicos;].***

Otra confluencia importante en la práctica es la altura de las construcciones. Don Robustiano nos dice: ***_3,00m en la altura máxima; 2,50m en la mínima, se hace así alto para colocar...*** [Realiza además explicando telgopor];

Don Saturnino, Don Leoncio y Don Fausto: ***_la mínima 2,50m y la altura mayor depende si es de chapa o de paja*** [en relación a la pendiente].

Don Celedonio: ***_No muy altos, más de 3.00m, para que el viento no gaste esa parte*** [indicando los parapetos] ***y no sean tan frías las paredes.***

Recursos constructivos y su sostenibilidad a largo plazo

Don Leoncio relata la utilización de las diversas especies vegetales favorecidas por los arroyos y ríos: ***_ La paja guaya o hiro se la corta en el***



campo. Antes el campo era de todos y ahora tiene dueño así que se pide permiso al vecino que es dueño de la parcela. Hay varias clases de paja: Vizcachera [*Stipa frigida*] se usa para mezclar con la torta para cortar adobes. Iro [*Festuca orthophylla*] es más brava, puntuda, para terminar los techos, crece cerca del río. La Chillahua [*festuca scirpifolia*] [que se coloca encima de las alfajías debajo del barro], también se encuentra cerca de los ríos. Guaya [*Deyeuxia fulva*] , también brava, para la capa de arriba [superficial], es la que mas pincha, se la encuentra en los cerros.

Las rocas se obtienen de los cerros cercanos con un criterio sobre el cual coinciden algunos constructores. Don Leoncio realiza una indicación de tipo empírico: **_ las piedras blandas del cerro de la Cruz se asientan con mortero de barro; las duras de la zona de Casa Quemada se asientan con hormigón** [refiriéndose al mortero de arena y cemento]. En cambio, Don Saturnino opina: **_las blandas se sacan del cerro norte. Las duras de los alrededores** [es decir de sectores externos al valle], **para que queden vista y sin revocar.**

Las rocas observadas en el sector son de origen volcánico, mayormente ignimbritas (Coira op. cit.) aptas para el canteo practicado por los pobladores (Fig.2) aunque se emplean más las areniscas que las ignimbritas debido a su mayor durabilidad a la intemperie.



Figura N°2

Con respecto a la madera en forma de rollizos sin escuadrar, listones o cardones, surge una respuesta frecuente y común a varios entrevistados. Como expresan Don Guillermo y más específicamente Don Leoncio: **_ Yo mismo traje del llano** [refiriéndose a las escuadrías para los techos de chapa], **de la zona del ingenio San Martín cuando iba a trabajar allá. Le**



pedía permiso al patrón y me dejaba traer madera. Hasta traje caña [refiriéndose a las bambúseas, frecuentes en la zona de ingenios en el ramal]. **Los cardones los juntaba en el campo más o menos hasta el año 71.** Don Saturnino dice: **_ El cardón está escaso, por eso no se usa.** Con respecto a esto último Don Fausto profundiza: **_ No usamos cardón porque escasea. Nadie lo usa.**

En cuanto a las acciones de mantenimiento son esporádicas y empíricas, y siguen criterios muy personales, de cada entrevistado.

Don Robustiano: **_cada dos años más o menos, si llueve mucho a la torta se le hace un retorteadado (...) porque es como el cuerpo que necesita atención.**

Don Celedonio: **_ cuando es urgente o hay un tiempo y se puede, se hace un retorteadado y se hace de nuevo el revoque;**

Don Fausto: **_Cada 3-4 años se efectúan revoques, repajados y torteadados.** Don Julio: **_Aproximadamente cada 10 años se realiza un torteo al techo.**

ARQUITECTURA Y PATRONES LOCALES

Tipologías y patrones espaciales tradicionales

Se detectan diversas tipologías de viviendas en dos parcelas tomadas como ejemplo (plano 3), condicionadas por las proporciones y medidas de las parcelas en el pueblo. La tipología con patio que ocupa todo el ancho de la manzana (**A**), La segunda tipología detectada es aquella con patio más pequeño, en parcela de proporción más cuadrada (aprox. 15-17 x 20-25), con entrada de servicio lateral (**B**). La tercera tipología es aquella sin patio (**C**) para usos no residenciales, taller, salones de reunión, etc.



Distintos constructores emplean diversos módulos de vivienda según su experiencia: (2.70x6.00 m) [según Don Guillermo]; (4x6.00m) hasta (4x12.00 m) [según Don Julio].

La importancia del patio radica en muchos aspectos: **_ para tirar la leña,**

para lavar y colgar la ropa; para que jueguen los chicos; para tomar sol. [Don Guillermo y Don Robustiano]; **_Para trabajar** [Don Fausto].

Algunos afirman con toda seguridad: **_casa sin patio no sirve, no se puede tomar sol en invierno** [Don Julio]; **_Y, sin patio no hay luz, no se puede vivir. ¿Cómo no va a haber patio?** [Don Santos].

La importancia ambiental del patio es trascendente para el acondicionamiento térmico; y la protección y control de ventilación e iluminación en las habitaciones, pero sobretodo para la reunión de actividades y trabajos domésticos diversos del grupo familiar. Don Víctor dice: **_para hacer fuego, cocinar, tomar sol cuando es tibio en invierno, criar animales y jugar con los chicos.** Mabel: **_No lo uso demasiado para tareas domésticas, como los demás, pero sí para tomar sol en invierno y comer naranjas.**

El patrón de distribución de las habitaciones o **casas** dentro de la parcela es similar para las viviendas del pueblo y para las rurales (Fig.3): **_el patio se deja al norte y este, para aprovechar el sol.**[Don Guillermo].

Don Celedonio: **_las piezas se hacen en U, y el patio queda al norte, donde da el sol entra por la puerta (...). Las paredes sin ventanas se ponen del lado que viene el viento [el oeste] y las otras que tienen ventanas, para el patio.**



Figura 4. Tipología de vivienda rural.

Figura 3. Tipología de la vivienda rural

La restauración del patrimonio y la sostenibilidad

La restauración del patrimonio histórico abarca al testimonio físico, incluyendo las técnicas de construcción y conservación del mismo ya que la arquitectura de tierra requiere conservación continua, y sobre todo reclama la consideración de la continuidad de la memoria e identidad histórica de sus usuarios, pobladores ancestrales de las regiones de nuestro norte andino. Con este pensamiento se realizaron los trabajos de restauración de la Iglesia de Nuestra Señora de Belén en Susques (2000), y la restauración de las pinturas murales en el interior de la misma (2003). Ambas fueron actividades gestionadas y efectuadas por la Dirección Nacional de Arquitectura, Distrito Noroeste, y abarcaron otras dos iglesias puneñas, Rosario de Susques y Casabindo. Estas produjeron una situación muy favorable para la práctica conjunta de las técnicas tradicionales, induciendo la revalorización de los conocimientos tradicionales en los pobladores, tornándose en una cuestión de prestigio el participar de esta práctica. Lamentablemente esa valorización no se extiende en el tiempo y no trasciende el marco del edificio religioso ya que los constructores tradicionales construyen para sí mismos según tipologías y tecnologías observadas en las ciudades, las cuales expresan una imagen de progreso económico y social en los mismos, como queda expresado en las encuestas realizadas.

CONCLUSIONES

Educación mutua o conocimiento compartido para el desarrollo sostenible

Uno de los propósitos del trabajo es el intercambio de conceptos y criterios entre agentes técnicos y constructores tradicionales. Los trabajos de restauración efectuados brindaron esta posibilidad y sembraron el interés en la comunidad. Para incentivar y continuar ese interés local, y luego de consultar con un antropólogo que trabaja en la zona (Monné, 2004: com. personal.), se decidió preparar un artículo con las entrevistas realizadas para difundir en un medio escrito local. Con esto se pretende lograr repercusión en los pobladores respecto del conocimiento y práctica de sus pares, y poder mejorar la comunicación técnica-práctica entre los constructores mismos y los técnicos foráneos. Sería muy interesante realizar talleres conjuntos en el pueblo para mejorar el intercambio.



Comentarios finales

A partir de la encuesta realizada se corrobora el alto desarrollo de la 'auto-construcción', es decir que las técnicas constructivas forman parte de un saber generalizado, son parte del conocimiento que se adquiere al ingresar a la adultez, ya que son indispensables a la hora de la formación de un hogar propio. El rol del aprendiz por medio del cual la mayoría adquiere los conocimientos, básicamente empíricos, implica la transmisión oral y personal del adulto/maestro al joven en proceso de iniciación. Es destacable que tradicionalmente las mujeres participan activamente en los procesos constructivos.

Hasta ahora las innovaciones técnicas en la construcción del hábitat de Susques están comprendidas por la incorporación de instalaciones complementarias básicas, bombeo de agua y electricidad de generación térmica a gasoil, las cuales son insuficientes ante la expansión actual de la planta urbana. Como vemos, en este contexto, las técnicas tradicionales son las que producen menos polución mientras que la tecnología introducida repentinamente sin reflexión o adecuación al uso es la que produce los mayores desequilibrios materiales en el desempeño térmico y habitabilidad de las viviendas. Esto altera los patrones constructivos a partir de las cubiertas y densidad de ocupación de las parcelas, lo que incrementa la necesidad de energía adicional para iluminación y calefacción; o más aún la necesidad de nuevos espacios para lograr las mismas actividades. Pero lo más importante es que también se desequilibra la valoración local respecto de la propia tecnología y de su mejoramiento paulatino.

Si pretendemos hablar de un desarrollo sostenible para pueblos como Susques, resalta claramente el papel de la ciencia en el desarrollo basado en patrones y conocimientos culturales y técnicos locales. La línea de trabajo fundamental es la de tecnología apropiada. Esta parte de un reconocimiento de la realidad social y decisional sobre la que pretende operarse (Herrera, 1984: 63) así como la formación de objetivos comunes a los técnicos y a los pobladores

Lo sostenible de este poblado es lo durable, el resultado de aquel *traslado* y apropiación de tecnología, que hablamos al principio, en estrecha relación con la cosmovisión de pastores desplegados en el territorio desde tiempos etnohistóricos. Aunque existen períodos de introducción de tecnologías externas, cuando las condiciones cambian los pobladores vuelven a practicar la tecnología que implica menos riesgos de interrupción de los modos de vida ancestrales. Creemos que la importancia de este ciclo reside en su capacidad de generar, realimentar y mejorar una tecnología cu



yos avances no son espectaculares para las miradas neófitas; pero asombrosos para quien estudia la estrecha relación entre una mejora tecnológica y su durabilidad. Nuevamente creemos que esta praxis constructiva es un patrón socio cultural necesario para el desarrollo tecnológico sostenible.

Susques se encuentra ante la disyuntiva de convertirse en un anónimo centro de servicios a la vera de la ruta internacional del Mercosur, rol que le ha sido asignado a través de la dotación de infraestructuras territoriales, o de propiciar su desarrollo en base a sus propios recursos culturales locales y regionales. El desafío es evitar que Susques caiga en la red del sistema y pase de ser un lugar a un *no lugar* (Augé, 1996).

AGRADECIMIENTOS

Para los pobladores constructores y demás encuestados e interesados susqueños en confrontar sus conocimientos con nuestras abstractas categorías. A los miembros de la DNA Conducción Tucumán y Región Noroeste con sede en Salta, al Sr. Merardo Monné y al Sr. Fausto Cruz, miembro de la Asamblea Atacameña.

BIBLIOGRAFÍA

- | | | |
|--|------|---|
| ALEXANDER Christopher et. al. | 1969 | HOUSES GENERATED BY PATTERNS Center for Environmental Structure. Berkeley Graphics Arts. Estados Unidos. |
| ASCENCIO Miguel, IGLESIAS Rafael, SCHENONE Héctor, | 1974 | ARQUITECTURA EN EL ALTIPLANO JUJEÑO, CASABINDO Y COCHINOCA , Librería Técnica, Bs. As., Argentina. |
| AUGÉ Marc | 1996 | Los "no lugares". Espacios del anonimato. Una antropología de la sobremodernidad. Editorial Gedisa, Barcelona, España. |
| BUITRAGO Luis Guillermo | 2000 | EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE JUJUY , Universidad Nacional de Jujuy, Editorial UNJu, Argentina. |
| COIRA, Beatriz et. al | 1996 | MAPA GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE JUJUY, PROGRAMA VOLCANISMO DE LA PUNA JUJEÑA , Gobierno de la Provincia de Jujuy |
| DELGADO, Fanny y GÖBEL, Bárbara | 2003 | DEPARTAMENTO DE SUSQUES: LA HISTORIA OLVIDADA DE LA PUNA DE ATACAMA , pp.81- |



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

-
- 104, en Puna de Atacama, Sociedad, economía y frontera, Alejandro Benedetti compilador, Alción Editora, Córdoba, Argentina
- De SCHILLER Silvia, 2003 **EDIFICACION SUSTENTABLE: GOMES DA SILVA CONSIDERACIONES PARA LA CALIFICACIÓN Vanessa, GOIJBERG DEL HÁBITAT CONSTRUIDO EN EL Norman, TREVIÑO CONTEXTO REGIONAL LATINOAMERICANO, Cesar U. en Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 7, N° 1, pp.13-18, ASADES, Argentina.**
- GISBERT Teresa, 1985 **ARQUITECTURA ANDINA, 1530-1830, MESA José HISTORIA Y ANÁLISIS.** Colección Arranz y Vela, Embajada de España en La Paz, Bolivia.
- HERRERA Amilcar, 1984 **PROJECT ON RESEARCH AND Co-ordinator DEVELOPMENT SYSTEMS IN RURAL SETTINGS,** Final Report, The United Nations University, Tokio, Japan.
- MARINSALDA Juan 2002 **CONSERVACIÓN DE ARQUITECTURA DE Carlos; NICOLINI TIERRA EN LA PUNA DE ATACAMA.** La Tierra Andrés; DEMERGASSI Carlos; PUJAL Juan. Carlos. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Tucumán. en la construcción del hábitat. Memoria del 1º Seminario Exposición Consorcio Terra Cono Sur.
- RAMOS, Adolfo Ro- 2001 **LA AUTOSUSTENTABILIDAD EN LAS ZONAS drigo ALTIPLÁNICAS, LA EVALUACIÓN DE UN POBLADO SEGÚN LOS CRITERIOS DE ETIQUETADO,** monografía de doctorado inédita, Buenos Aires, Argentina.
- ROTONDARO, Ro- 1985 **ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA PUNA dolfo JUJEÑA,** en Arquitectura y Construcción 41, Tucumán, pp. 38-41. Argentina.
- RUDOFISKY Bernard 2002 **ARCHITECTURE WITHOUT ARCHITECTS: A SHORT INTRODUCTION TO NON-PEDIGREED ARCHITECTURE,** Paperback, NY, USA.
- YACOBACCIO, Hugo 1988 **Etnoarqueología de Pastores Surandinos,** GZC, D., MADERO, Celina Grupo Zooarqueología de Camélidos, Bs. As., Argentina. M, y MALMIERCA, Marcela P.



Referencias

(a) Citado en Delgado y Göbel, 2003: 94

Autores

Adolfo Rodrigo Ramos: Arquitecto, Becario doctoral CONICET-Centro de Estudios Indígenas y Coloniales-Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales- Universidad Nacional de Jujuy. TEL. 0388-4222272 e-mail: arquinatt@hotmail.com

Andrés Nicolini: Arquitecto, Dirección Nacional de Arquitectura, Conducción Tucumán, contucnoa@yahoo.com.ar

Carlos Demargassi: Arquitecto, Dirección Nacional de Arquitectura, Distrito Noroeste, dnanoroeste@sinectis.com.ar

Juan Carlos Marinsalda: Arquitecto, Dirección Nacional de Arquitectura, Distrito Cuyo, marinsaldapastor@sinectis.com.ar



TEMA 3

ARQUITECTURA DE TIERRA:

TECNOLOGÍA,
SISMORRESISTENCIA
Y DURABILIDAD



¿CONSTRUCCIONES DE TIERRA SISMORRESISTENTES?

Marcial BLONDET - Gladys VILLA GARCIA

RESUMEN

Todos los terremotos importantes que han ocurrido en regiones donde las construcciones con tierra prevalecen han causado tragedia, destrucción y muerte. Este trabajo describe las causas del buen comportamiento de algunas estructuras históricas de tierra y los patrones de falla observados en las construcciones modernas de tierra cuando han sido sometidas a terremotos. También se presentan resultados relevantes de investigaciones experimentales desarrolladas en la Pontificia Universidad Católica del Perú sobre el comportamiento sísmico de las construcciones de adobe. Finalmente se discute las posibilidades de aplicación de las técnicas de refuerzo sísmico desarrolladas en programas masivos de construcción de viviendas de tierra.

ABSTRACT

Every significant earthquake that occurs in regions where earthen buildings are prevalent causes tragic death and destruction. This paper explores the reasons for the endurance of some historical mud structures and the failure patterns of modern earthen buildings under seismic events. It also presents relevant results of experimental research at the Catholic University of Peru on the seismic behaviour of adobe structures, considers these results from the viewpoint of their application to massive construction programs, and discusses the new challenges associated with the problem of earthquake resistance of earthen structures.

INTRODUCCIÓN

Muchas civilizaciones han usado, en sus etapas tempranas, el suelo como material de construcción. El adobe, el tapial y otras técnicas constructivas con tierra son usados en la actualidad en muchos países en vías de desarrollo debido al bajo costo y a las posibilidades de auto-construcción. Sin embargo, muchos de estos países están ubicados en áreas de alto peligro sísmico (Fig.1). Lamentablemente, el comportamiento sísmico de las construcciones tradicionales de tierra sin refuerzo es extremadamente deficiente, como ha sido claramente demostrado durante los terremotos recientes en Bam y Marruecos.



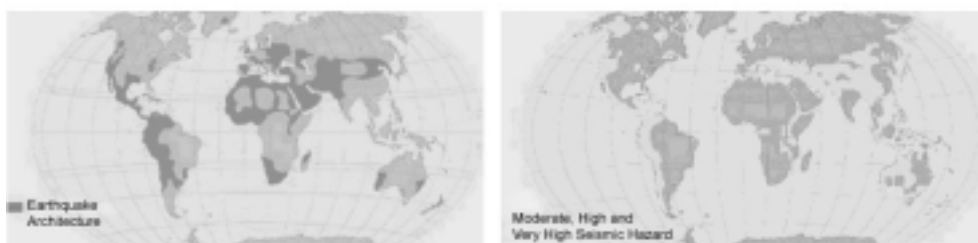


Figura 1. La construcción de tierra y las áreas de alto riesgo sísmico en el mundo
(De Sensi 2003)

En este artículo se analiza el desempeño sísmico de las construcciones antiguas y modernas de tierra. Además, se presentan los resultados de investigaciones experimentales llevadas a cabo en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) sobre la respuesta sísmica de casas de adobe y se discuten los desafíos asociados con la implementación de programas masivos de construcción con tierra.

COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LAS CONSTRUCCIONES DE TIERRA

Las construcciones de tierra sin refuerzo adecuado tienen comportamiento sísmico pésimo, pues el material es masivo, débil y frágil. Durante los movimientos sísmicos los muros desarrollan grandes fuerzas de inercia que son incapaces de resistir por lo que se fracturan y pueden colapsar repentinamente, causando muertes y pérdidas materiales (Fig. 2).



(Foto: A. Muñoz)



(Foto: NISEE)

Figura 2. Colapso de construcciones de adobe durante terremotos

En el Perú algunas construcciones históricas de tierra han resistido terremotos severos debido a la configuración masiva y regular de sus muros. Un ejemplo es el sitio arqueológico de Chan-Chan (1200 - 1400 A.D.), considerado como la ciudadela de barro más grande del mundo. Los muros perimetrales decorados de tierra son de hasta 9 m altura y 3 m de ancho en la base. Existen muchos muros largos sin contrafuertes y con relaciones

de esbeltez menores a 3 que aun se mantienen en pie. Por otra parte, el último terremoto en Irán (Diciembre de 2003, Mw 6.6) ha destruido no sólo miles de casas de adobe deficientemente construidas, sino que también ha destruido monumentos históricos importantes como la Ciudadela de Tierra de Bam. Esto cuestiona seriamente la teoría que la configuración masiva de muros es una garantía para el buen comportamiento sísmico. El diseño arquitectónico de la ciudadela Bam y las afueras incluye muros esbeltos construidos sobre muros gruesos, configuraciones irregulares en planta y alta densidad de muros. Parece que los muros esbeltos colapsaron primero e impactando luego en las construcciones y muros adyacentes, causando así la destrucción total del sitio a pesar de la configuración masiva de los muros.

En muchos países se construyen viviendas de tierra "modernas" que imitan las características arquitectónicas de las casas de mampostería de ladrillo de arcilla: las casas de tierra se construyen de varios pisos, con muros delgados, grandes vanos, configuraciones irregulares en planta y en elevación y sin refuerzo estructural alguno (Fig. 3). Estas construcciones son muy vulnerables ante los terremotos. Cuando ocurre un terremoto, las fuerzas sísmicas perpendiculares al plano del muro producen la aparición de grandes grietas verticales en las esquinas de los muros, y las fuerzas de corte paralelas al plano de los muros producen grietas diagonales en los muros. En estas condiciones los muros se quiebran en pedazos grandes e independientes que se caen, causando con ello el colapso del techo.



Figura 3. Casas "modernas" de adobe en Perú

INVESTIGACIÓN EN LA PUCP

El terremoto de Huaraz en 1970, Mw 7.8, causó la muerte de alrededor de 70 000 personas, casi la mitad de ellas sepultadas bajo los escombros de sus casas adobe. Esta tragedia tuvo gran repercusión en el Perú porque

despertó la necesidad de investigar el comportamiento sísmico de las construcciones de adobe. Inicialmente, la investigación en la PUCP fue orientada hacia el estudio experimental de alternativas de refuerzo estructural usando materiales rurales. Estas primeras investigaciones fueron realizadas sobre una plataforma inclinable de concreto reforzado de 4x4 m sobre la cual se ensayaron módulos de adobe a escala natural (Fig. 4). La fuerza sísmica fue representada por la componente lateral del peso de los módulos. La conclusión principal fue que el refuerzo vertical, consistente en caña anclada en el cemento, combinado con un arreglo horizontal de caña chancada y colocada cada cuatro hilada de adobe, aumentó sustancialmente la resistencia sísmica de los módulos de adobe (Corzaao y Blondet 1974).



Figura 4. Módulos de adobe a escala natural sobre la plataforma inclinable

La influencia de las propiedades del suelo y el uso de aditivos naturales en la resistencia al corte de la mampostería de adobe fue estudiada con el apoyo financiero de la Agencia Interamericana para el Desarrollo (US AID). La conclusión principal fue que la arcilla es el componente más importante del suelo ya que provee la resistencia seca de los bloques. Sin embargo, el contenido excesivo de arcilla aumenta la contracción de secado y genera fisuras en el mortero y los bloques. Las fisuras debido a la contracción de secado pueden ser controladas con la adición arena gruesa o paja al mortero. El proceso tradicional de "dormido de la tierra", consistente en el remojo del barro 24 horas antes del uso, activa las propiedades de ligazón de la arcilla (Vargas et al. 1984).

Un proyecto de investigación muy importante fue iniciado en 1992 con el apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (CIID). Se realizaron ensayos dinámicos en módulos de adobe a escala natural en el simulador sísmico del Laboratorio de Estructuras de la PUCP. Los módulos tuvieron variaciones en la técnica constructiva, en el sistema del refuerzo con caña y en la configuración de los vanos

en los muros. La señal sísmica para el simulador fue la componente longitudinal del desplazamiento registrado en Lima durante el terremoto del 31 de mayo de 1970. Esta señal es típica del suelo rígido de Lima. Todos los módulos fueron ensayados con la misma secuencia de movimientos, de intensidad creciente hasta el colapso o hasta que se produjera daño significativo en los módulos. Las conclusiones principales de este proyecto fueron que las mejoras en la técnica constructiva (calidad de materiales y de mano de obra) aumentaron la fuerza y rigidez de los muros no agrietados, pero no aportaron beneficio alguno después de ocurrido el agrietamiento en los muros. Durante el movimiento severo sólo la presencia del refuerzo horizontal y vertical de caña combinado con una viga collar en la parte superior de los muros lograron impedir la separación de los muros en las esquinas, manteniendo así la integridad de la estructura. En consecuencia, el refuerzo de caña propuesto es efectivo para impedir o retardar el colapso de las construcciones de tierra (Ottazzi et al. 1989).

En 1996 se inició un proyecto experimental con el apoyo de la Deutsche Gesalischft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) para desarrollar técnicas de reforzamiento de viviendas existentes de adobe. Se ensayaron dinámicamente muros en forma de "U" con diferentes materiales de refuerzo (tablas, sogas, malla de "gallinero" y malla electrosoldada). Los mejores resultados fueron obtenidos con malla electrosoldada, clavada mediante chapas metálicas de botellas contra el adobe y recubierta con mortero de cemento-arena. La malla fue colocada en tiras horizontales y verticales simulando vigas y columnas. Después del ensayo satisfactorio de cuatro módulos de tamaño natural en el simulador sísmico, el refuerzo con malla electrosoldada aplicada para el refuerzo de viviendas existentes de adobe ubicadas en diferentes regiones del Perú. En el año 2001, un terremoto de magnitud 8,4 ocurrió en la zona sur del Perú y destruyó muchas casas de adobe en la zona afectada. Sin embargo, las viviendas reforzadas con malla electrosoldada localizadas en la región no sufrieron daños importantes y además sirvieron de refugios (Zegarra et al. 2001).

TÉCNICAS ADECUADAS DE REFORZAMIENTO

Los dos sistemas de refuerzo desarrollados en la PUCP (la malla interior de caña y la malla electrosoldada exterior cubierta con mortero de cemento) han probado ser adecuados para la protección sísmica de viviendas de tierra, con lo que se podría pensar que el problema sísmico de las construcciones de tierra ha sido técnicamente resuelto. Ciertamente, el problema de la evacuación segura durante un terremoto fuerte ha sido solucionado con ambas tecnologías de refuerzo porque contribuyen eficazmente a demorar el colapso de las viviendas.



Sin embargo, las soluciones técnicas no han resuelto en su totalidad el problema real. Por una parte, las personas que tradicionalmente usan el adobe son resistentes a los cambios, especialmente si éstos implican trabajo adicional para la construcción y requieren diferentes materiales para el refuerzo. Los usuarios de adobe admiran las casas de ladrillo como un símbolo de progreso. La vivienda de adobe es entonces considerada como una solución temporal, no merecedora de esfuerzo especial alguno en su construcción. Por lo tanto, los pobladores no se preocupan de proveer el refuerzo adecuado, aunque esto disminuya seriamente la seguridad de la casa donde probablemente vivirán el resto de sus vidas.

Además, los sistemas de refuerzo tienen sus limitaciones. La limitación principal de la caña es el no estar disponible en todas las regiones donde se construye con tierra. Más aun, en muchas áreas donde se produce caña es casi imposible obtener la cantidad requerida para un programa masivo de construcción o de reconstrucción. El refuerzo externo con malla electrosoldada cuesta alrededor de US \$200 para una vivienda típica de adobe de un solo piso y dos ambientes. Esta cantidad excede la capacidad económica del usuario peruano de adobe, quién muchas veces tiene un ingreso mensual menor a US \$150.

Por eso, las propuestas de sistemas de reforzamiento técnicamente eficientes para mejorar la resistencia sísmica de las viviendas de adobe todavía no son alternativas completamente viables. Es imperativo continuar investigando la forma de desarrollar sistemas de refuerzo con materiales producidos industrialmente que sean aceptables para los usuarios de adobe, que tengan bajo costo y sean simples de aplicar.

INVESTIGACIONES RECIENTES Y EN CURSO

Durante el año 2003 se llevó a cabo un taller académico para la construcción de viviendas de tierra en la PUCP como un primer intento para la utilización de varillas de polímero reforzados con fibra (FRP, por sus siglas en inglés) como reemplazo para el refuerzo de caña. Cinco módulos pequeños de adobe (0.95 x 0.95 x 1.15m) con las mismas características geométricas pero con diferentes configuraciones de refuerzo fueron ensayados en el simulador sísmico. Para los propósitos comparativos, la señal sísmica usada fue la misma que la investigación previa con módulos de adobe de tamaño natural.



Un módulo tradicional no reforzado y otro módulo con refuerzo interior de caña fueron ensayados con fines comparativos. Los otros tres módulos tuvieron diferente configuración de refuerzo con FRP. Mientras que el módulo tradicional de adobe colapsó totalmente, el módulo de adobe con refuerzo de caña resistió movimientos severos con un nivel de agrietamiento relativamente bajo.

Los módulos con FRP no colapsaron pero resultaron seriamente dañados. Las varillas de FRP son más rígidas que la caña y durante el movimiento sísmico desplazan a los adobes fuera de lugar. Además, la adherencia entre las varillas de FRP y el barro no es tan eficiente como la desarrollada entre la caña y el barro (Villa García et al. 2004). Estos resultados así como el alto costo del material de refuerzo mostraron que en países en desarrollo las varillas de FRP no constituyen un reemplazo adecuado para la caña como material de refuerzo de viviendas de adobe.

Un proyecto de investigación preliminar se ha desarrollado recientemente (agosto de 2004) para estudiar la viabilidad técnica y económica de utilizar productos industriales disponibles en el medio, tales como alambre, plásticos y geosintéticos en el reforzamiento sísmico de las casas de adobe. Seis muros de adobe a escala natural en forma de "I" (Fig. 5.a) se construyeron en el Laboratorio de Estructuras y se ensayaron bajo carga cíclica lateral. Se construyeron tres muros como línea base para la investigación: un muro sin refuerzo, otro con refuerzo interior de caña y otro con malla electrosoldada colocada externamente simulando vigas y columnas. Las otras propuestas de refuerzo fueron:

1. Tuberías de agua de PVC de ½" de diámetro colocadas como refuerzo vertical interior y malla plástica de ½" de bajo costo colocada horizontalmente en el mortero cada cuatro hiladas de adobe. Ambos elementos de refuerzo son atados con cuerda plástica. Las tuberías de PVC se fijaron a la viga de cimentación y a la viga collar superior de concreto armado (Fig. 5.b).
2. Varillas de acero corrugado de ½" de diámetro colocadas verticalmente en las esquinas de los muros, fijadas a la viga de cimentación y a la viga collar superior de concreto armado. No se colocó ningún refuerzo horizontal (Fig. 5.c).
3. Malla geosintética atada exteriormente al muro con cuerda plástica, sin revestimiento (Fig. 5.d).



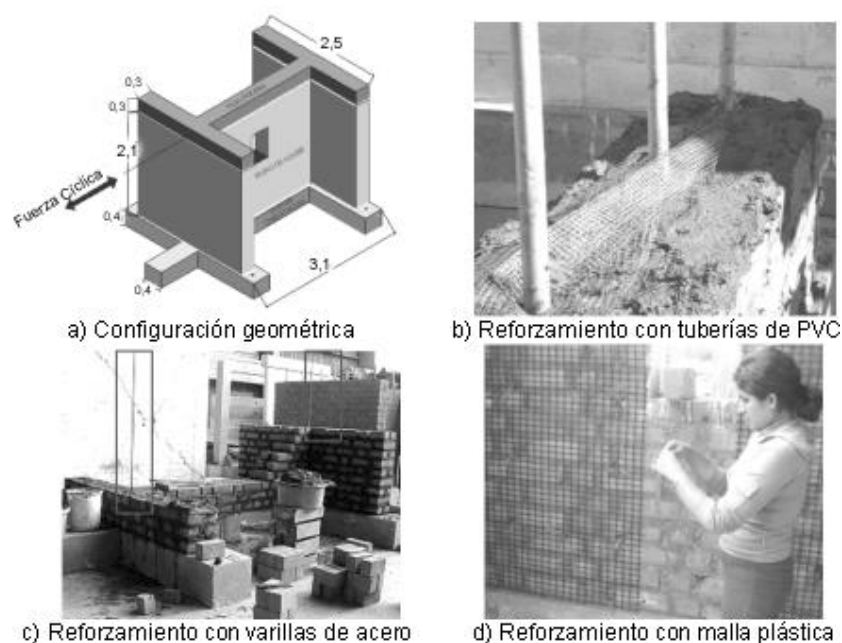


Figura 5. Reforzamiento en muros de adobe.

Se ensayaron varias mallas plásticas y geosintéticos disponibles en el medio para seleccionar los productos que se usarían como material de refuerzo en los muros de adobe. Los ensayos realizados fueron de adherencia con el mortero de barro para asegurar la adecuada integración de la mampostería y de tracción para garantizar que la elongación unitaria de la malla sea pequeña ya que durante el sismo deberá mantener unidas las unidades de adobe después que ocurra el agrietamiento.

Una evaluación preliminar de los resultados experimentales indica que se obtuvieron resultados satisfactorios con los refuerzos de plástico. El muro reforzado internamente con tubo PVC y malla plástica mostró un mejor comportamiento que el muro reforzado internamente con caña. El muro reforzado externamente con geomalla también tuvo un comportamiento satisfactorio, similar al muro reforzado con malla electrosoldada (Fig. 6).

Cuando se concluya la evaluación de los resultados de estos ensayos se hará una comparación del costo asociado a las distintas alternativas de refuerzo porque su efecto en el costo total de la casa determinará su aceptación por los usuarios potenciales. Será necesario también planear la ejecución de ensayos en la mesa vibradora, pues la eficiencia de cualquier tecnología asociada con el comportamiento sísmico de construcciones de tierra sólo puede ser demostrada en ensayos dinámicos (Krawinkler 1978).



Figura 6. Muros de adobe ensayados

CONCLUSIONES

La investigación experimental ha demostrado que es posible mitigar los efectos de terremotos severos en construcciones de tierra mediante el uso de refuerzos. El alcance del problema trasciende las soluciones técnicas, porque implica la aceptación por los usuarios, la disponibilidad de los materiales requeridos y los determinantes aspectos económicos.

El desafío es continuar investigando nuevas alternativas para encontrar soluciones técnicamente y económicamente adecuadas que contribuyan a solucionar el déficit de la vivienda en países empobrecidos del tercer mundo y al mismo tiempo que garanticen la supervivencia de sus ocupantes durante los terremotos severos.

BIBLIOGRAFÍA

De Sensi, B. 2003. **TERRACRUDA, LA DIFFUSIONE DELL' ARCHITETTURA DI TERRA (EN ITALIANO) – SOIL, DISSEMINATION OF EARTH ARCHITECTURE.**

Corazao, M. y Blondet, M. 1974. **ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE FRENTE A SOLICITACIONES SÍSMICAS.** Banco Peruano de los Constructores. Lima.

Krawinkler, H.; Mills, R. y Moncarz, P. 1978. **SCALE MODELING AND TESTING OF STRUCTURES FOR REPRODUCING RESPONSE TO EARTHQUAKE EXCITATION.** Universidad de Standford. California.

Moallemian, P. 2003. **RANDOM OPINIONS AND OBSERVATIONS BY P. MOALLEMIAN.** Disponible de: <http://www.eyeranian.net/2003/12/26,628.shtml>

Ottazzi, G.; Yep, J.; Blondet, M.; Villa García, G. y Ginocchio, F. 1989. **ENSAYOS DE SIMULACIÓN SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ADOBE.** Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.



Proyecto Ceresis/GTZ/PUCP. 1999. **MANUAL TÉCNICO DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES EN LA COSTA Y SIERRA.** Disponible de: <http://www.ceresis.org/proyect/peadobe.htm>

Vargas, J.; Bariola, J. y Blondet, M. 1984. **RESISTENCIA SÍSMICA DE LA MAMPOSTERÍA DE ADOBE.** Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

Villa García, G.; Ginocchio, F.; Tumialán, G. y Nanni, A. 2004. **REINFORCING OF ADOBE STRUCTURES WITH FRP BARS.** First International Conference on Innovative Materials and Technologies for Construction and Restoration. Lecce.

Zegarra, L.; Quiun, D.; San Bartolomé, A. y Giesecke, A. 1997. **REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES 2DA PARTE: ENSAYOS SÍSMICOS DE MÓDULOS.** XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Trujillo.

Zegarra, L.; Quiun, D.; San Bartolomé, A. y Giesecke, A. 2001. **COMPORTAMIENTO ANTE EL TERREMOTO DEL 23-06-2001 DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE REFORZADAS EN MOQUEGUA, TACNA Y ARICA.** XIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Puno.

Autores

Marcial Blondet: Profesor principal del Departamento de Ingeniería, Coordinador de la Maestría en Ingeniería Civil, y Coordinador de Investigación de la Sección Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Hizo sus estudios universitarios en la Facultad de Ingeniería de la PUCP y obtuvo el título de Ingeniero Civil en 1973. En 1977 inició estudios de post-grado en la Universidad de California, Berkeley, y se graduó de Magíster y de Doctor en Ingeniería Civil en 1979 y 1981, respectivamente. El Dr. Blondet tiene amplia experiencia en el estudio experimental de sistemas estructurales sometidos a sismos. Realizó ensayos de simulación sísmica de sistemas de construcción tradicional y no tradicional en la mesa vibradora del Laboratorio de Estructuras de la PUCP. De 1992 a 1999 trabajó como Jefe del Laboratorio de Ensayos Estructurales en la Universidad de California, donde tuvo a su cargo numerosos ensayos a escala natural de sistemas estructurales de concreto armado y de acero y ensayos dinámicos de diversos sistemas de protección sísmica. Su experiencia profesional incluye el desarrollo de software para ingeniería estructural, la consultoría en análisis y diseño estructural y el estudio de sistemas de aislamiento sísmico para edificaciones. Enseña cursos del Área de Estructuras en la Facultad de Ciencias e Ingeniería y en la Escuela de Graduados de la PUCP.
Email mblondet@pucp.edu.pe Telf. (51)-01-6262000-4613

Gladys Villa Garcia: Profesora asociada del Departamento de Ingeniería y Jefe del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Hizo sus estudios universitarios en la Facultad de Ingeniería de la PUCP y obtuvo el título de Ingeniero Civil en 1977. Ha concluido los estudios de Maestría en Ingeniería Civil en la Escuela de Graduados de la PUCP. Desde 1983 ha participado en investigaciones experimentales relacionadas con la mejora del comportamiento sísmico de las construcciones de adobe.
Email gvillag@pucp.edu.pe Telf. (51)-01-6262000-2426



LA RESISTENCIA SISMICA DE LAS ARQUITECTURAS DE ADOBE

Arq. Horacio Saleme- Arq. Susana Comoglio de Viruel - Ing. Arturo Terán Navarro

RESUMEN

En muchas regiones áridas del planeta con gran actividad sísmica, la construcción con adobe es la única posibilidad tecnológica para la construcción del hábitat. Por otra parte, la búsqueda de alternativas tecnológicas sostenibles que no comprometan el medio ambiente ha revalorizado las construcciones de tierra cruda particularmente en el campo de la arquitectura.

Desde que por sus características físicas y tecnológicas el adobe - de mucha masa y poca resistencia - impone criterios muy rigurosos para ser utilizados en regiones de alto riesgo sísmico, lo que más allá de la buena voluntad de los ambientalistas, no siempre se hace, es importante destacar bajo qué condiciones es válida la utilización de este material en zonas de terremotos.

Por otra parte cabe también señalar que existen corrientes impuestas por modas basadas en lo telúrico y en circunstancias del mercado inmobiliario, que utilizan tecnologías no apropiadas para el adobe suponiendo erradamente que con ellas se garantiza la sismorresistencia de dichas construcciones.

También equivocadamente se han realizado diversas intervenciones en obras de carácter histórico-patrimonial que lejos de brindar mayor seguridad a esos edificios, los hacen mucho más vulnerables que lo que fueron en su versión original.

Los criterios de diseño estructural sismorresistente para el adobe, tanto en obras nuevas como para la conservación de las antiguas, no son demasiado complejos pero sí muy rigurosos. En la naturaleza no hay premios ni castigos sino consecuencias. Conocer sus leyes y respetarlas permite conciliar los distintos aspectos que determinan una tecnología para optimizar propiedades y minimizar limitaciones.

En esta ponencia se presentan los puntos más relevantes que hay que tener en cuenta para diseñar y construir con adobe en zonas de riesgo sísmico, ya sea en forma dominante o combinado con otros materiales.



ABSTRACT

In many arid zones of the world with an important seismic activity, the construction with adobe is the only technological possibility to build. Moreover, the seek of technological defensible alternative without environment damage have increased the worth of the adobe construction.

From their physical and technological characteristics, the construction with adobe has to have strict criterion to be used in zones with high seismic activity. So, is very important to bring out in which conditions is valid to use this material in seismic areas.

Is also important to bring out the existence of fashions based in the tellurian or immovable trade reasons. This tendency use inadequate technologies in the adobe's construction in the purpose to give them seismic resistance.

In the same way, many wrong solutions have been used in the restoration of arquitectural patrimony in the purpose to give them more security.

The criterion of seismic resistance design to the adobe, to news or old constructions, aren't complicated, but they must be very rigorous. In the nature there aren't prize neither punishment, but consequences. To know and to respect their laws allows to conciliate the different aspect to determinate one apropiate technology to the adobe's constructions.

In this abstract are some important aspects to be in mind to design and to build, with only adobe, or combinated with other materials, in areas with seismic hazard.

INTRODUCCION

Las consideraciones a realizar durante el desarrollo de la presente ponencia estarán referidas al material adobe tal cual es, es decir, sin el agregado de otros materiales ajenos a su tradición constructiva. La razón de esto se funda en el hecho de que, en muchas zonas de nuestro planeta, con riesgo sísmico, el único material usado para cubrir las necesidades habitacionales, ya sea por razones económicas o de disponibilidad, es el adobe. En esos lugares las construcciones son, muchas veces, el resultado de un proceso de autoconstrucción fuertemente arraigado en las tradiciones populares, lo que dificulta en cierta medida la incorporación de otros materiales o técnicas constructivas, corriéndose el riesgo de obtener construcciones inseguras por la incorrecta asimilación de los mismos.

Es por todos sabido que lo más importante, en estos casos, sigue siendo el tratar de lograr un adecuado comportamiento de las construcciones de adobe tradicional a las sollicitaciones sísmicas. También está claro que por



el lado de las características resistentes del material no se logrará, por lo que indudablemente habrá que encararlo casi exclusivamente como un problema de diseño y de uso de tecnologías apropiadas.

Por los motivos expuestos los criterios de diseño estructural sismorresistente a considerar para el caso de esta arquitectura tradicional deben ser muy rigurosos, tratando de conferir a estas construcciones de un comportamiento ante el sismo lo más adecuado posible dentro de las limitaciones físicas y tecnológicas de este material.

Al enunciar lo que sigue a continuación se han tenido presente dos elementos:

- obtener una estructuración que pueda sufrir daños reparables o que incluso quede inutilizada pero que no colapse ya que lo que mata no es el sismo sino la caída de las construcciones hechas por el hombre.
- considerar la estabilidad, integridad y control de daños del conjunto como condicionantes del proceso de diseño, dejando en segundo lugar el hecho de satisfacer necesidades funcionales, sociales y estéticas.

RESISTENCIA

Para poner en evidencia las características resistentes del material en cuestión es que hicimos un análisis comparativo, determinando las fuerzas sísmicas que pueden solicitar a dos viviendas de una planta aproximadamente cuadrada (50m²) de distintos materiales. Para ello se utilizó el método estático previsto en las Normas INPRES CIRSOC 103, actualmente en vigencia en nuestro país. Una vivienda es de caña y ferrocemento (muros de 0,15 m), y la otra de adobe (muros de 0,40 m). La cubierta consiste, en ambos casos, en una estructura de entramado y chapa común ondulada.

Los resultados obtenidos de la aplicación de este método son los siguientes:

- Relación de los pesos = 554,06 kN/105,09 kN = 5,27
- Relación de las cargas sísmicas = 42,11 kN/4,62 kN = 9,11
- Fuerza sísmica en muro central de caña y ferrocemento: 2,31 kN
- Fuerza sísmica en muro central de adobe: 21,05 kN
- Resistencia al corte del muro de caña = 43,92 kN



- Resistencia al corte del muro de adobe = 40,80 kN
- Eficiencia: relación resistencia – peso (muro de caña): 2,29
- Eficiencia: relación resistencia – peso (muro de adobe): 0,3

Además de otras conclusiones que se podrían sacar de estos resultados mencionamos las que sirven a nuestros fines:

- ambos muros son capaces de soportar las fuerzas sísmicas que los solicitan
- el muro de caña resiste 19 veces más que la fuerza solicitante, mientras que el muro de adobe resiste sólo 2 veces más, lo que lo pondría en una situación muy riesgosa en el caso de ocurrencia de un sismo de mayor magnitud por ejemplo.
- la resistencia que posee el muro de adobe se debe indudablemente a su gran sección. Si ésta se redujera, disminuyendo el espesor del muro por ejemplo, no resistiría el esfuerzo.

Todo este análisis se hizo para el caso de fuerzas coplanares al muro. Si consideramos la acción de una fuerza sísmica perpendicular a su plano habrá que diseñar al mismo como si fuera un muro de sostenimiento sometido a un empuje lateral, lo que conlleva nuevamente a proporcionarle una gran masa y sección para que sea estable.

Es decir, que desde el punto de vista de la resistencia en el plano y en el sentido perpendicular al mismo, los resultados indican que la construcción con adobe en zona sísmica debe hacerse indefectiblemente con muros de mucho espesor.

Este resultado es coherente con los siguientes criterios de diseño sismo-resistente:

- la densidad de muros en planta
- el criterio de dispersión

Con respecto a la densidad de muros en planta, se ha observado que el tamaño y la densidad de los elementos verticales resistentes en edificios que ya tienen muchos años son considerablemente mayores que la de los edificios actuales y a menudo sorprende la resistencia sísmica que han tenido.



El hecho de atribuir a la alta densidad de muros la responsabilidad de este buen comportamiento sísmico sería dejar de lado las influencias que pudieran haber tenido, en cada caso, ciertos aspectos relacionados con la configuración de los mismos, entre otros.

De todas maneras, la lógica nos dice que por ser las fuerzas sísmicas mayores en la base, una configuración sísmica adecuada debería tener un número importante de elementos verticales resistentes en la base.

El criterio de dispersión busca distribuir las cargas en varios elementos y no concentrarlas en uno. Esto tiene la finalidad de lograr que la transferencia de las cargas al terreno no sólo se reparta sino que se haga de la forma lo más directa posible. Esto último es muy conveniente también pues de esa manera uno puede llegar a intuir el comportamiento y los posibles lugares de falla y obrar en consecuencia.

De la ocurrencia de los terremotos y sus secuelas es de donde más se aprende y estos testimonios avalan en cierto modo lo dicho anteriormente: *"había casas en el área de mayor violencia sísmica que escaparon de un daño importante, y éstas, sin excepción, tenían techos ligeros y distribución de cuartos con un gran número de divisiones interiores". (1)*
"la rehabilitación sísmica propuesta consistió en gran medida en reducir los claros del elemento resistente horizontal (diafragma) agregándole muros de cortante interiores".(2)

Vemos entonces que estos elementos considerados nos indican la conveniencia de mantener el espesor de los muros de adobe para lograr una mayor resistencia sísmica.

Una crítica que se podría hacer a esto es la excesiva superficie que ocuparían los muros en la planta de una vivienda, pero llevando esta recomendación al ámbito rural, que es el que nos interesa en particular, es una objeción que deja de tener relevancia por el hecho de que en esas zonas los problemas de espacio no son los mismos que en una zona urbana o suburbana.

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

La configuración estructural tendrá un marcado efecto en la distribución de las fuerzas sísmicas e influencia en el tipo y grado de la falla, siendo importante hacer notar que las fuerzas sísmicas, en realidad, son mucho más complejas de lo que suponemos al hacer el análisis sismorresistente de



cualquier estructuración. En el mismo suponemos dos direcciones principales de análisis, pero el movimiento del suelo es errático, no es simultáneo en los diferentes puntos de contacto entre el suelo y la construcción, y sólo por casualidad la dirección principal del movimiento coincidirá con una de esas direcciones supuestas. En cualquier caso el movimiento del suelo siempre incluirá componentes no axiales. (Fig 1)

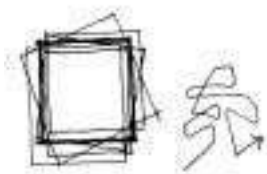


Figura 1: movimiento errático del suelo (Arnold-Reitherman)

Lo mencionado hace que se presenten efectos torsionales, que entre otras cosas, se producen porque el centro de masa y el centro de rigidez no pueden coincidir geoméricamente para todas las posibles direcciones de un sismo. Este hecho provoca la rotación que distorsiona la forma original de diversas maneras. La naturaleza y magnitud de dicha distorsión dependerán de la naturaleza y dirección del movimiento de tierra y causarán fuerzas muy difíciles de predecir y analizar. Los efectos torsionales, muchas veces, no son tenidos en cuenta, y su magnitud es mayor en configuraciones irregulares que en las regulares.

Este comentario viene al caso pues en diversas oportunidades se usan elementos o configuraciones con esquinas interiores como la U, T, X, L, etc. para conferir por ejemplo, una mayor estabilidad a los muros y/o a su conjunto. Se llega también a estas configuraciones por el hecho de sucesivas ampliaciones hechas en viviendas.

La problemática de estas configuraciones generalmente parte de sugerir que si las alas de una sección T o H constituyen la clave de su resistencia y rigidez laterales, entonces un muro o una configuración en planta de esa forma, tendrán un comportamiento similar.

Es una consideración errónea, es un problema de escala, puesto que las alas en el caso de un muro o una planta, bajo la acción sísmica, estarán sometidas a los esfuerzos torsionales mencionados.

Por lo tanto los efectos torsionales y la concentración de tensiones que se generan en las esquinas entrantes ponen en duda o al menos reducen las ventajas de mayor estabilización pretendidas con su uso.



Incluso hay casos particulares, como las configuraciones en X o en cruz, donde a pesar de que sus centros de masa y rigidez pudieran coincidir, es un planteo incorrecto, porque todos sus planos resistentes concurren a un punto y ante la acción de un momento torsor generado por el movimiento de suelo, todos éstos girarán alrededor de ese punto, siendo por lo tanto su resistencia torsional casi nula.

Dentro de las posibles soluciones a esta problemática están:

- Adecuar las plantas de las viviendas a los conceptos geométricos de convexidad y concavidad, pudiendo clasificarlas de esta manera en sencillas y complejas. Las sencillas (convexo) serán aquellas donde es imposible conectar dos puntos cualesquiera dentro de la figura mediante una línea que cruce los límites de la misma. Por el contrario, en la compleja (cóncava), dos puntos dentro de la figura se pueden conectar mediante una línea que cruce los límites de la figura. (Fig. 2)

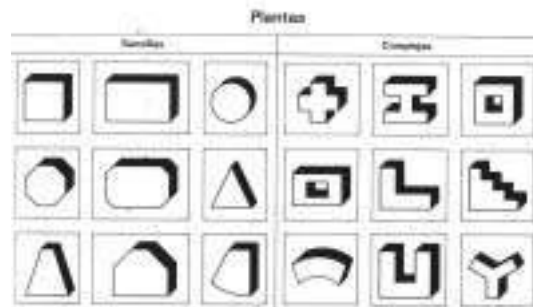


Figura 2: formas de plantas sencillas y complejas
(Arnold – Reitherman)

- el achaflanamiento de las esquinas
- no presentar variaciones de rigidez y resistencia perimetrales, dándole continuidad a los muros de la envolvente.
- la posibilidad de dividir la construcción en formas más sencillas, eliminando de esa manera las esquinas interiores. Incluso se las podría unir con estructuraciones más livianas y flexibles que harán las veces de fusible durante la acción sísmica.
- prolongar, en coincidencia con las esquinas interiores los muros en ambos sentidos, de tal manera de lograr una mejor transferencia de esfuerzos. (Fig. 3)

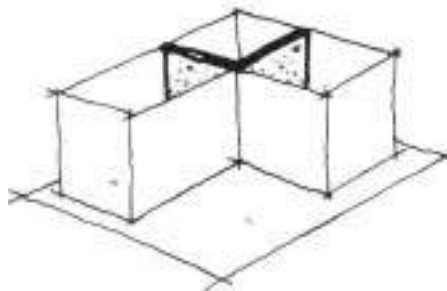


Figura 3: prolongación de muros (Arnold – Reitherman)

Todas estas consideraciones deben ser muy tenidas en cuenta para las construcciones de adobe tradicional, ya que si estuviéramos analizando estructuraciones de H^o A^o por ejemplo, los efectos torsionales que se presenten pueden ser resistidos en mayor o menor medida por un correcto dimensionado de sus secciones, alternativa con la que no contamos para el caso del adobe.

En el "Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra" de Gernot Minke el autor propone también como solución a esta problemática el achaflanamiento de las esquinas, y la división en formas más sencillas. También menciona el buen comportamiento de la forma circular para la planta de una vivienda en zona sísmica. De acuerdo a lo que se viene expresando, sería, en principio, una alternativa válida a considerar ya que:

- tiene igual capacidad resistente en todas direcciones, lo que nos liberaría en cierta medida de las incertidumbres del movimiento sísmico mencionadas.
- pertenece al grupo de formas de plantas que hemos denominado sencillas
- tiene la capacidad de ser muy eficiente ante los efectos torsionales que pudiera ocasionar un movimiento sísmico por la concentración de su resistencia en el perímetro.

OTRAS CONSTRUCCIONES CON ADOBE

Dentro de lo que entendemos por configuración, término que se refiere tanto a la forma del conjunto, como al tamaño, naturaleza y localización de los elementos estructurales y no estructurales, no podemos dejar de referirnos a la existencia de corrientes impuestas, ya sea por razones de moda o de mercado, que combinan materiales y técnicas constructivas no apropiadas para el adobe, llegándose a obtener construcciones que tienen el mismo o mayor riesgo de colapso que una de adobe tradicional.

Partimos de la base de que una construcción no constituye realmente un bloque homogéneo, y más en estos casos, sino un conjunto de partes que interactúan entre sí ante la acción sísmica.

Esta interacción genera fuerzas entre las distintas partes y el sólo hecho de colocar, por ejemplo, una estructura resistente de otro material con la intención de conferir una mayor resistencia sísmica a una construcción de adobe no es para nada suficiente, sino por el contrario, en principio, contraproducente. Este hecho tiene que ir acompañado de un análisis que incluya, entre otras cosas, la adherencia entre estos materiales, para que esas fuerzas de interacción puedan ser transferidas correctamente entre uno y otro elemento. Estas consideraciones son fundamentales para poder lograr un comportamiento sismorresistente confiable. (Fig. 4, 5, 6)



Figura 4: Construcción con adobe en el noroeste argentino.



Figura 5: Construcción con adobe en el noroeste argentino.



Figura 6: Construcción con adobe en el noroeste argentino.

CONCLUSIÓN

Las consideraciones hechas fueron para optimizar las propiedades y minimizar las limitaciones del material en cuestión desde el punto de vista sísmorresistente, dando herramientas válidas de diseño, fundamentadas en lo físico, a ser utilizadas especialmente en zonas rurales con una marcada tradición constructiva, y donde el adobe es la única posibilidad. Finalmente nos pareció importante alertar sobre lo que se hace en materia de construcción con adobe en nuestra zona, más allá del hecho de que haya intervenido algún profesional de la construcción o que sean casos de autoconstrucción.

BIBLIOGRAFIA

- | | | |
|--|------|---|
| Christopher Arnold,
Robert Reitherman | 1987 | CONFIGURACIÓN Y DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS. Editorial Limusa, México, 298 páginas, ISBN 968-18-1988-8 |
| Gernot Minke | 2001 | MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA VI-VIENDAS ANTISÍSMICAS DE TIERRA |
| Horacio Saleme | 1990 | TUCUMÁN, ARQUITECTURA Y SISMO. Revista Thema N° 10. Tucumán. |



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Horacio Saleme, Susana Comoglio, José Méndez Muñoz	2000	TUCUMÁN, EDUCACIÓN Y SISMO. Revista CET N° 18 (FACEYT-UNT). Tucumán.
Horacio Saleme, Arturo Terán Navarro	2001	SEISMIC SECURITY AND BAMBOO: PAST, PRESENT AND FUTURE. International Workshop on the Role of Bamboo in Disaster Avoidance. Guayaquil, Ecuador.
Ing. Agustín Reboredo	1978	MANUAL DE CONSTRUCCION SISMORRESISTENTE.
Horacio Saleme, Arturo Terán Navarro	2001	LOS RIESGOS SÍSMICOS EN LAS ESTRUCTURAS DE BAMBÚ. I Seminario Bamboo 2001, Guayaquil, Ecuador.
INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)	1983	NORMAS ARGENTINAS PARA CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES INPRES CIRSOC 103. INTI, Argentina.

Referencias

- (1) "Introduction to Earthquake Engineering" de Okamoto Shunzo, 1973. Sismo Kita – Tango, 1927.
(2) "Evaluation of Seismic Resistance of Existing Buildings", Rutheford y Chekene, Ingenieros consultores. 1973

Autores

Horacio Saleme: Arquitecto. Profesor Titular full time. Cátedra de Estructuras I de la FAU - UNT. Director del equipo de investigación que creó la materia electiva "Arquitectura en Zona Sísmica". Es Investigador del CIUNT categoría I. Correo-E: hsaleme@herrera.unt.edu.ar - Tel.: (0381)4251784

Susana Comoglio: Arquitecta. Profesora Adjunta full time. Cátedra de Estructuras I de la FAU - UNT. Integrante del equipo de investigación que creó la materia electiva "Arquitectura en Zona Sísmica". Es investigadora del CIUNT, categoría III. Correo-E: sucom@arnet.com.ar - Tel.: (0381)425 2613

Arturo Terán Navarro: Ingeniero Civil. JTP dedicación exclusiva. Cátedra de Estructuras I de la FAU - UNT. Integrante del equipo de investigación que creó la materia electiva "Arquitectura en Zona Sísmica". Es investigador del CIUNT, categoría V. Correo-E: arteran@tucbbs.com.ar - Tel.:0381-4213848



AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE MINI-PAREDES CONSTRUÍDAS COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO, ISENTAS DE ARGAMASSA ENTRE AS FIADAS – TIJOLITO® SISTEMA ANDRADE GUTIERREZ DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA

Assis, João Batista Santos de- Chahud, Eduardo

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo específico acompanhar o sistema produtivo de um bloco de solo-cimento - Tijolito, apresentando todos os passos da fabricação através de fluxograma e verificar o comportamento estrutural de mini-paredes com ele construídas, focando a uniformidade dos resultados da ruptura.

Serão apresentados dados relativos à características dos blocos, como dimensional, absorção d'água em 72 horas, tensão de ruptura à compressão de blocos isolados, prismas e mini-paredes. Todos os dados serão discutidos com base nos coeficientes de variação obtidos, comparando-os com os utilizados para confecção de concreto e materiais industrializados. Far-se-á comentários e comparações entre as resistências de blocos isolados e prismas, blocos isolados e mini-paredes, prismas e mini-paredes. Para finalizar, serão levantadas as relações entre as cargas na primeira fissura e as cargas de ruptura, nos prismas e mini-paredes.

ABSTRACT

The objective of this paper is to show the production system of a soil-cement block Tijolito®, presenting all its production steps, through a flow chart, and analyzing the structural behavior of small walls built with Tijolito® focusing on the uniformity and quality control of this product.

This paper will also present information concerning the block features such as dimensions, water absorption in seventy-two hours, collapsing compression load of isolated bricks, simple piles of bricks and small walls. All this information have been analyzed according to the variation ratio obtained from several tests and compared to the variation ratios of other similar products.

The resistance of isolated bricks has been compared to the resistance of the piles and small walls. The same way, the resistance of the piles and small walls were also compared to each one. All these results were commented.



Finally, the relationship between the first crack load and the collapsing compression load has been analyzed on the several cases mentioned on the paragraph above.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Minke¹ técnicas de construção com terra são conhecidas por mais de 9000 anos. Na Rússia, casas de adobe foram descobertas com idade entre 8000 e 6000 anos a.C (Pumpelly, 1908). Fundações de terra compactada de 5000 a.C foram descobertas na Assíria. Em todas as culturas antigas, a terra era usada não como só material de construção para casas, mas também para construções religiosas. O templo de Ramisés II, em Gorna, no Egito, foi construído com tijolos de adobe 3200 anos atrás. Mesquitas de Mali e Iran foram construídas de forma similar. A grande muralha da china de 4000 anos, originalmente foi construída com terra compactada e mais tarde coberta com pedras e tijolos, o que a fez parecer uma muralha de pedra. O centro da pirâmide do sol em Teotihuacan no México, construída entre os anos 300 e 900 d.C, utilizou aproximadamente dois milhões de toneladas de terra compactada.

Em zonas de clima seco, onde madeira é um produto escasso, técnicas de construção, desenvolvidas há vários séculos, produziram construções cobertas com adobe em forma de abóbada e domos, sem qualquer forma durante a construção. Em Sedjan no Iran, o mercado é coberto por domos e abóbadas. Vinte milhões de chineses vivem em casas subterrâneas ou cavernas, com escavações em solo siltoso.

Ainda, segundo Minke¹ descobertas da idade do bronze mostraram que, na Alemanha, a terra era usada para preenchimento das grades de madeira (pau-a-pique) ou para selar paredes feitas de troncos de árvores. O mais velho exemplo de paredes feitas com adobe na Alemanha, foi encontrado em Heuneburg Fort, próximo ao lago Constance, no sexto século a.C. Dos textos antigos de Plinius, sabemos que por volta do final do ano 100 a.C, já existiam fortes de terra compactada, na Espanha.

No México, América central e América do sul, construções em adobe são conhecidas em praticamente todas as culturas pré-cambrianas. A técnica de solo compactado é conhecida em várias áreas; para outras essa técnica foi introduzida pelos espanhóis.

Comenta Minke¹ no período medieval (entre séculos XIII e XVII d.C) que a terra era usada em toda a América central como preenchedor na armação



da casa de madeira (pau-a-pique) e também como cobertura de telhados, fazendo-os resistentes ao fogo.

Na França a técnica de terra compactada chamada terrepisé, foi largamente utilizada entre os séculos XV e XIX. Várias construções próximas à cidade Lyon, com mais de 300 anos, existem até hoje. Em 1790 e 1791, François Cointeraux publicou quatro manuais sobre essa técnica, os quais foram traduzidos para alemão dois anos depois (Cointeraux, 1793). Essa técnica se tornou conhecida em toda a Alemanha e países vizinhos por causa de Cointeraux e David Gilly, que escreveu o famoso Handbuch Der Lehmbackkunst (Gilly, 1787) no qual a técnica de solo compactado foi definida como o método de construção de terra mais vantajoso.

Na Alemanha a mais antiga casa com paredes de terra compactada é de 1795. O proprietário dessa casa foi o diretor do departamento do corpo de bombeiro que dizia que com esta técnica construtiva, uma casa resistente ao fogo era mais econômica que a convencional, de armação de madeira preenchida com terra.

1.1. Avanços da tecnologia de produtos com terra

De acordo com Neves², citado por Assis³, atualmente, o uso da terra na construção pode ser distinguido em três níveis: em primeiro lugar, pela sobrevivência dos sistemas construtivos mais primitivos gerados pela carência em que vivem alguns povos; em segundo lugar, pelas investigações e incentivos de instituições de pesquisas para o uso de técnicas inovadoras coerentes, caracterizadas pela simplicidade, eficácia e baixo custo; e o terceiro lugar, pelas investigações e incentivos de empresas interessadas no desenvolvimento de novas tecnologias realmente revolucionárias, como é o caso do sistema que Assis³, desenvolveu.

Em 1977, o "Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda" incorporava o uso do adobe na regulamentação de construções como parte das Normas de Projeto Sismo-Resistente; em 1987, Assis⁴ construiu o prédio para o "Museu de História Natural da PUC Minas" no Campus I de Belo Horizonte, com tijolos de solo-cimento produzidos no próprio local da obra.

No Brasil, os estudos de construção em terra são dirigidos especialmente ao uso do solo estabilizado. Com o apoio dos institutos de pesquisas, já se dispõe de um volume significativo de conhecimento sobre solo-cimento, solo-cal e solo de borra de carbureto.



1.2. Sistemas construtivos e o estado da arte para blocos de terra crua

Para Assis⁵, existem diversos sistemas construtivos em terra, apropriados às diferentes características climáticas e tradição cultural de cada região. A rigor, esses sistemas, distribuídos por famílias denominadas alvenaria, monolíticos e entramados, foram agrupados pela modalidade de execução. Na alvenaria, os sistemas levantados foram classificados como adobe, bloco compactado e bloco prensado; como monolíticos, foram classificados como taipa-de-pilão, taipa-de-pilão reforçada e sistemas alternativos; na família dos entramados, em taipa e taipa pré-fabricada.

O sistema construtivo que deu origem a este trabalho, foi criado e patenteado pelo autor e financiado pela Construtora Andrade Gutierrez S.A em convênio com a PUC Minas. O componente principal do sistema construtivo é um bloco de solo-cimento prensado cujo nome é Tijolito®, atualmente é uma marca da Construtora Andrade Gutierrez.

1.3. Comentários finais

Durante o desenvolvimento deste trabalho vai-se falar de paredes, mini-paredes e alvenaria de blocos de solo-cimento. Este bloco é o Tijolito do Sistema AG de Construção Industrializada. A palavra alvenaria é uma tradução de "masonry do inglês ou maçonnerie do francês". Tanto do inglês como do francês, o significado leva-nos a uma união forte de pedreiros, portanto, a alvenaria deve ser entendida como algo monolítico, pois há a argamassa unindo blocos ou tijolos.

O Tijolito como componente de um painel produzido por empilhamento de blocos não deveria ser enquadrado no grupo das alvenarias, pois esse painel é o resultado do intertravamento dos blocos. O objetivo principal desse empilhamento sem argamassa de assentamento é a formação de um reticulado para minimizar o efeito da retração do bloco.

2. FABRICAÇÃO DO TIJOLITO

O bloco foi produzido na fase inicial, em laboratório e posteriormente para a construção de casas protótipo, em equipamento manual. Mais tarde, quando a Andrade Gutierrez verificou a viabilidade da tecnologia, uma fábrica piloto foi montada em Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais. O fluxograma que será mostrado na Figura 3.2 é bastante didático, por isto far-se-ão gerais comentários sobre a seqüência de fabricação do Tijolito.



3. O TIJOLITO NO SISTEMA CONSTRUTIVO

3.1. Introdução

Como já foi dito, o Tijolito é um bloco de solo-cimento, prensado, com machos e fêmeas, furos grandes e pequenos, conforme a Figura 3.1a. Os painéis (mini-paredes) que serão mostrados neste trabalho, são produzidos por montagem a seco, utilizando-se os machos e fêmeas para o intertravamento do painel. Após a montagem do painel, argamassa de cimento cal e areia, com fluidez entre 10s e 20s, foi vertida pelos furos pequenos para produzir a estabilidade do painel.



Figura 3.1 – a) Tijolito padrão – TJ 110;

b) Vista de um painel-tipo usado nos ensaios

Os painéis prontos, depois que receberam a argamassa de injeção nos furos pequenos, ficaram com uma aparência semelhante à mostrada na Figura 3.1b. A argamassa de injeção serviu para estabilizar e também fechar a junta vertical do painel. Este painel-tipo foi utilizado nos ensaios de compressão axial, cujos resultados serão mostrados posteriormente.

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
 "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

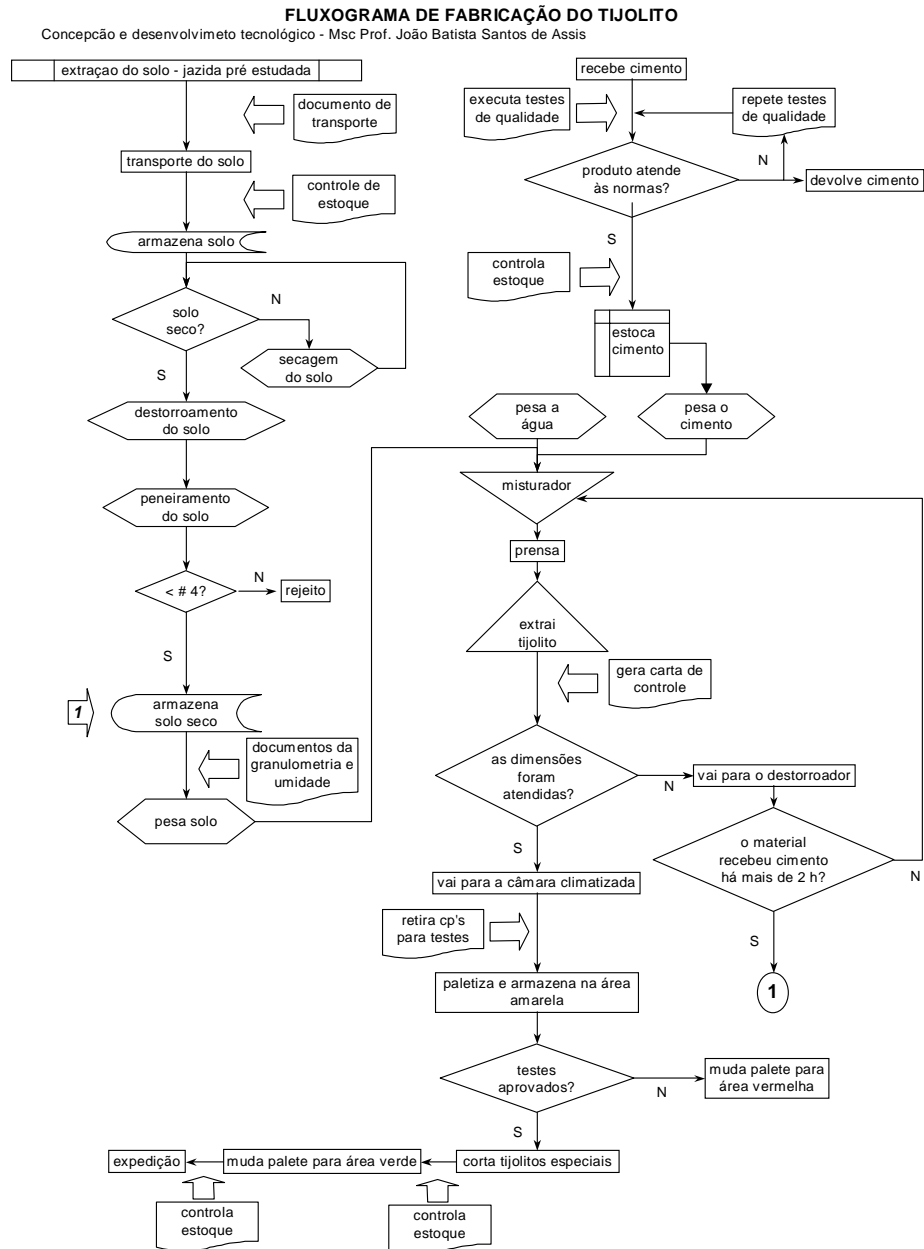


Figura 3.2 – Fluxograma de fabricação do Tijolito



3.2. Característica do Tijolito usados nos ensayos

Os blocos foram recebidos em dois lotes, com aproximadamente 50% do total a ser utilizado nos ensaios, em cada lote. O total de blocos recebidos, incluindo o meio bloco (TJ 111), foi de 3856. As amostras para ensaios de resistência à compressão e absorção d’água foram extraídas desse total.

3.2.1. O bloco e suas dimensões

A Tabela 3.1 apresenta algumas medidas dos tijolitos retirados do primeiro lote recebido. A Figura 3.3 mostra o desenho completo do Tijolito-padrão, incluindo planta, vista e corte. A nomenclatura adotada para as dimensões foi: d_1 e d_2 são os diâmetros superior e inferior do macho, respectivamente; d_3 e d_4 são os diâmetros superior e inferior da fêmea, respectivamente; d_5 e d_6 são os diâmetros superior e inferior do furo grande, respectivamente; d_7 e d_8 os diâmetros superior e inferior do furo pequeno, respectivamente; p_1 é a altura do macho e p_2 é a profundidade da fêmea; L, H e C são a largura, altura e comprimento do bloco, respectivamente.

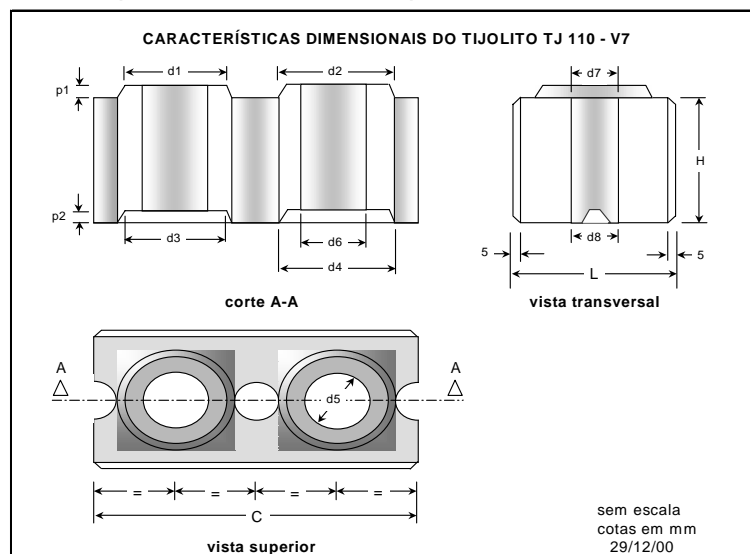


Figura 3.3 – Vista superior, transversal e corte A-A do Tijolito-padrão – TJ 110

Fonte: Esta figura foi extraída de ASSIS³

resumo	Dimensões (mm)						
	L	H	C	d1	d2	d3	d4
média	110,1	100,3	220,1	68,8	78,8	69,6	79,9
s	0,16	0,48	0,19	0,34	0,33	0,28	0,40
cv (%)	0,14	0,48	0,09	0,50	0,42	0,40	0,50

Tabela 3.1 - Resumo das dimensionais do TJ 110

Fonte: A tabela foi extraída de ASSIS³



Na Tabela original, a qual deu origem à Tabela 3.1, 100% das alturas dos blocos estão na faixa de $100,5 \pm 1,0$, unidades estas tomadas em mm. Notou-se, ainda, que as dimensões levantadas na amostra estão excelentes se a referência for o coeficiente de variação (cv), segundo Gallegos⁶.

3.2.2. Características físicas dos tijolitos (valores médios)

Resumo	Massa (g)		Áreas (mm ²)		Massa unitária seca (kg/dm ³)	Massa unitária saturada (kg/dm ³)	Absorção d'água (%)
	Seca	Saturada (72 h)	Bruta	Líquida			
Médias	3569	4023	24237	10325	1,47	1,66	12,74
s	72,42	80,60	30,86	109,11	0,03	0,03	1,03
Cv (%)	2,03	2,00	0,13	1,08	2,04	1,81	8,06

Tabela 3.2 – Massas seca, saturada, unitárias e absorção d'água dos tijolitos
 Fonte: Dados completos e originais de ASSIS³

Na Tabela 3.3 são mostradas as áreas bruta e líquida de uma amostra de 12 tijolitos, além das cargas de fissuração e de ruptura obtidas nos ensaios. A amostra foi dividida em dois grupos com 6 blocos cada. O primeiro grupo foi testado com os furos isentos de argamassa (vazios), e o segundo grupo com os furos pequenos cheios de argamassa. As tensões de ruptura foram determinadas com as áreas bruta e líquida, para os blocos com e sem argamassa de injeção.

cp	áreas (mm ²)		carga mínima (kN/m)	carga máxima (kN/m)	tensões de ruptura, em relação à área (MPa)		
	bruta	Líquida			bruta	líquida	
sem argamassa	média	24.240	10.395	135,26	207,35	1,88	4,39
	s	43,24	75,33	77,73	36,31	0,33	0,76
	cv (%)	0,18	0,72	57,47	17,51	17,56	17,34
com argamassa	média	24.233	10.254	117,42	180,59	1,64	3,87
	s	13,92	92,22	21,23	26,53	0,24	0,56
	cv (%)	0,06	0,90	18,08	14,69	14,69	14,37

Tabela 3.3 – Áreas bruta e líquida, cargas mínima e máxima e tensões em blocos vazios e cheios de argamassa (resumo dos dados coletados).

Fonte: Dados completos e originais de ASSIS³



3.2.3. Resistência da argamassa utilizada na injeção

resumo	carga de ruptura (kgf)	tensão de ruptura (MPa)
média	232,50	1,16
s	27,34	0,14
cv %	11,76	11,76

Tabela 3.4 – Qualidade da argamassa de injeção usada (valores médios para 6 cp's)
Fonte: Dados completos e originais de ASSIS³

3.2.4. Preparação dos blocos, prismas e mini-paredes para os ensayos

Como os tijolitos têm machos utilizados para o intertravamento, estes foram cortados com disco diamantado, de tal forma que a superfície superior ficasse plana para a aplicação da carga, durante o ensaio. Este procedimento foi utilizado para todos os tijolitos da última fiada, tanto para os prismas quanto para as mini-paredes. A injeção de argamassa normalmente é feita a cada três fiadas, porém, nas mini-paredes a injeção foi executada em uma só vez por que todas tinham cinco fiadas.

3.2.5. Ensaio de compressão axial em prismas e mini-parede

Além do ensaio de compressão em blocos isolados, foram executados ensaios de compressão em prismas com duas e três fiadas e também em mini-paredes com 5 fiadas. Todos os ensaios foram executados após 28 dias de cura da argamassa de injeção.

3.2.6. Instrumentação

Todas as paredes foram ajustadas dentro de um pórtico de ensaio, sob um cilindro hidráulico com capacidade de até 300 kN. Para distribuir a carga sobre o prisma ou parede, utilizou-se uma viga de aço, com uma rigidez elevada. As cargas foram registradas em microcomputador, a partir de uma célula de carga e os deslocamentos através de DT's (transdutores de deslocamentos). Além destes registros informatizados, utilizaram-se para os deslocamentos horizontais relógios comparadores, com resolução de 0,01 mm. Na parte inferior e superior foi utilizada uma placa de borracha de neoprene com o objetivo de ajuste de possíveis irregularidades das duas superfícies.



4. RESULTADOS DOS ENSAIOS EM PRISMAS E MINI-PAREDES

4.1. Prismas com três fiadas

A carga de fissuração está relacionada com a primeira fissura notada na durante o ensaio. A carga de ruptura está relacionada com a carga máxima obtida no ensaio. As tensões foram obtidas com a área bruta da superfície de aplicação da carga.

4.2. Mini-paredes com cinco fiadas

A Figura 4.1 apresenta o diagrama $\sigma \times \varepsilon$ para as mini-paredes com cinco fiadas. As tensões de compressão axial foram obtidas com a área bruta. A tensão de compressão da argamassa de injeção ficou acima de 80% da exigida. A carga média de fissuração foi 29,94 kN e a de ruptura foi de 88,57 kN. A relação entre as cargas máxima de a de fissuração foi 2,96.

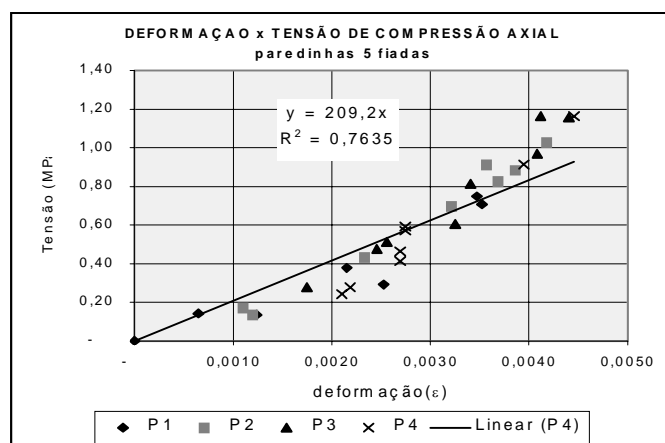


Figura 4.1 – Tensão x deformação em mini-paredes com cinco fiadas – com argamassa de injeção nos furos menores

Fonte: Dados completos e originais de ASSIS³

5. CONCLUSÕES

5.1. Observando as informações apresentadas na Tabela 3.1, nota-se que as características dimensionais dos blocos avaliados podem ser consideradas excelentes, pois os coeficientes de variação obtidos variaram de 0,09% até 2,45%. Estes índices demonstram que o processo utilizado no controle de qualidade do produto na fábrica realmente foi levado a sério. Ademais, os piores índices obtidos foram para a profundidade da fêmea e a altura do macho. Segundo

Gallegos⁶, com coeficientes de variação desta ordem enquadrar-se-ia o aço o comprimento dos componentes de alvenaria industrializada. Vale ressaltar que, na montagem das mini-paredes e dos prismas, esta variação não altera a qualidade final do painel;

- 5.2. Enquanto as normas brasileiras recomendam uma tolerância dimensional rigorosa de ± 2 mm, no Tijolito esta atinge um máximo de ± 1 mm, porém 91,7% dos blocos medidos variaram a altura entre 99,5 mm e 100,8 mm. Mais uma vez, pode-se confirmar a qualidade da fabricação do produto;
- 5.3. Observando-se a Tabela 3.2, que mostra as Massas seca, saturada em 72 h e as unitárias, nota-se que os coeficientes de variação (cv%) também apresentaram índices bastante baixos, entre 0,13% e 2,04% indicando novamente a qualidade do produto testado. Quanto à absorção d'água, a NBR nos indica um limite máximo de 22% e um mínimo de 17%. Pela mesma Tabela 3.2, o valor médio foi de 12,74% e o máximo de 14,9%, indicando uma excelência nos resultados; e
- 5.4. A tensão média de ruptura à compressão nas mini-paredes, com 5 fiadas e com argamassa, foi de 1,93 MPa. Segundo Gallegos⁶, a variação para este tipo de teste para obras muito controladas é de 15%. Verifica-se que os índices aqui obtidos estão aquém desse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]MINKE, Gernot. 2000. **EARTH CONSTRUCTION HANDBOOK, THE BUILDING MATERIAL EARTH IN MODERN ARCHITECTURE**. Witpress. Boston, pp. 9-55.

[2]NEVES, Célia Maria Martins. 1995. **INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM CONSTRUÇÕES DE TERRA NA IBERO-AMÉRICA**, workshop Arquitetura de Terra. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. FAUSP. São Paulo. pp. 49-60.

[3]ASSIS, João Batista Santos de. 2001. **EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE STRUCTURAL BEHAVIOR OF REINFORCED WALLS SUBJECTED TO AXIAL COMPRESSION, BUILT OF "TIJOLITO"**. Master dissertation presented to post-graduate course in structural engineering at Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte.

[4] _____. 1989. **CONSTRUÇÃO DO MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DA PUC MINAS COM TIJOLOS MACIÇOS DE SOLO-CIMENTO**. PUC Minas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.



[5]_____. 1995. **INTERLACED CEMENT-SOIL BLOCK "TIJOLITO", THE WORKSHOP ARQUITETURA DE TERRA.** FAUSP, São Paulo, Pages 149-160.

[6]GALLEGOS, Héctor. 1991. **ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL.** Pontificia Universidad Católica del Peru. 2^a. Edición. Lima. Pages 21- 86.

[7] ASSIS.João Batista Santos de. 1997. **"TIJOLITO" CONSTRUCTION HANDBOOK.** Construtora Andrade Gutierrez S.A., Belo Horizonte.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1989. **PROJECT OF STRUCTURAL MASONRY MADE OF CONCRETE PERFORATED BLOCKS.** ABNT, NBR 10837. Rio de Janeiro.

[9] _____. 1985. **PAREDES DE ALVENARIA ESTRUCTURAL.** *Testes de Compressão Simples, Método do Teste.* ABNT, NBR 8949. Rio de Janeiro.

[10]_____. 1983. **FABRICAÇÃO DE PRISMAS DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUCTURAL,** *Preparação dos Testes de Compressão, Método do teste.* ABNT, NBR 8215. Rio de Janeiro.

[11]BRITISH STANDARD CODE OF PRATICE FOR STRUCTURAL USE OF MASONRY, PART 1. 1986. **UNREINFORCED MASONRY,** BSI 5628. Londres.

[12]HENDRY, A.W.; Sinhá, B.P. and Davies, S.R. 1981. **AN INTRODUCTION TO LOAD BEARING BRICKWORK DESIGN.** New York,. pp. 180-184.

[13]NETO, V. Capuzzo; M.R.S. Corrêa and M.A. Ramalho. 2000. **A THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF INTERSECTING BONDED WALLS UNDER VERTICAL LOADS,** 12th International Brick/block Masonry Conference. Madrid,. pp. 1494 – 1508.

[14]NORMA EUROPÉIA – Eurocode 6, Part 1-1. 1996. **PROJECT OF MASONRY STRUCTURES.** Bruxelas.

[15]SCHAERLAEKENS, S. 2000. **INNOVATIVE DRY MASONRY SYSTEM FOR LARGE WALLS,** 12th International Brick/block Masonry Conference. Madrid. pp. 1603-1613.



Autores

Assis, João Batista Santos de: Doutorando em Engenharia de Estruturas no Curso de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Coordenador do Curso de Engenharia Civil da PUC Minas, Professor de Resistência dos Materiais para os Curso de Graduação em Engenharia Civil, Mecânica, Mecatrônica e Eletrônica da PUC Minas, Pesquisador responsável pelo Desenvolvimento e Criação do Tijolito - Sistema AG de Construção Industrializada e Diretor Técnico da SAPS Engenharia e Consultoria Ltda.

Av. Dom José Gaspar, 500, Coração Eucarístico, BH, MG, Brasil - e-mail: jbsassis@yahoo.com.br

Chahud, Eduardo: Dr. em Engenharia de Estruturas e professor do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas da UFMG. Pesquisador na área de madeira e alvenaria estrutural. Projetista e consultor em projetos de alvenaria estrutural. Consultor para restauração de estruturas de madeira e alvenaria em obras tombadas pelo patrimônio público.

Av. Contorno, Centro, BH, MG, Brasil -



COMPORTAMIENTO A CARGA LATERAL DE MUROS DE ADOBE CONFINADOS

Por: Ángel San Bartolomé - Richard Pehovaz

RESUMEN

Con el financiamiento parcial de la empresa UNICON y la Dirección Académica de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú (DAI), se realizó este proyecto, cuyo propósito fue analizar el comportamiento sísmico de los muros de adobe confinados mediante elementos de concreto armado, diseñados con el menor refuerzo posible y un concreto de baja resistencia, de tal manera que esta propuesta sea factible de ejecutar. Para ello, se ensayaron a carga lateral cíclica tres muros, que tuvieron diferente refuerzo en sus columnas, además de emplearse dos tipos de mortero para el asentado de los adobes. Adicionalmente, se realizó un ensayo monotónico en uno de los pórticos, con la finalidad de investigar su aporte en la resistencia y rigidez respecto al conjunto muro-pórtico (adobe confinado).

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, son diversos los materiales utilizados para la construcción de viviendas, sin embargo, el adobe constituye uno de los más importantes, especialmente en los sectores rurales del país. Pero, la falta de una adecuada dirección técnica en su construcción, así como el desconocimiento de la norma E-080 [2], hace que el poblador construya su vivienda de acuerdo a sus costumbres, sin considerar criterios sismorresistentes que garanticen su seguridad ante probables sismos. Se tiene como antecedente [4] el comportamiento en el rango elástico de un módulo de vivienda de adobe confinado por elementos de concreto armado de baja resistencia y escaso refuerzo, ensayado en la mesa vibradora de la Universidad Católica ante sismos severos. Este comportamiento elástico se debió a la alta densidad de muros que tuvo el módulo respecto a la densidad de muros existente en viviendas reales, por lo que ante sismos severos los muros de las viviendas reales incurrirían en el régimen inelástico, comportamiento que hasta la fecha se desconoce para el adobe confinado y que en este proyecto se pretende investigar.



2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.1. Adobe. Las unidades de adobe se fabricaron empleando una mezcla con proporción volumétrica: 5 de suelo, 1 de arena gruesa y 1 de césped seco. Se decidió agregar arena gruesa y paja a la mezcla para atenuar la fisuración por contracción de secado. Los moldes (gaveras con fondo) fueron de madera, con dimensiones de 40x25x8 cm para la elaboración de las unidades enteras y 20x25x8 cm para las medias unidades. Los ensayos realizados sobre las unidades proporcionaron los siguientes resultados:

- Variación dimensional (unidades enteras): Largo: 3.8% Ancho: 3.6% Alto: 2.5%
- Alabeo (unidades enteras): 5 mm
- Succión (medias unidades): Estado natural: 37 gr/200 cm²-min
- Resistencia a compresión (medias unidades): Regadas: 10 gr/200 cm²-min
- Resistencia a compresión (medias unidades): $f'_b = 30 \text{ kg/cm}^2$

2.2. Mortero. Para el asentado de los adobes, se utilizaron dos tipos de mortero. El primero de ellos fue un mortero de barro hecho con la misma tierra que la usada para las unidades de adobe, pero con relación volumétrica: 3 de tierra, 1 de arena gruesa y 1 de paja. El segundo tipo de mortero fue de cemento, con una proporción volumétrica cemento: arena gruesa de 1:8, empleándose cemento Pórtland tipo I. Las probetas cúbicas de mortero de cemento, con 5 cm de arista, tuvieron una resistencia a compresión igual a 75 kg/cm² a los 28 días de edad.

2.3. Concreto. Para la construcción de los elementos de concreto (columnas y vigas soleras) se utilizó concreto premezclado producido por UNICON. El ensayo de compresión axial realizado sobre 4 probetas estándar, con 28 días de edad, proporcionó para las columnas una resistencia promedio $f'_c = 104 \text{ kg/cm}^2$ y para las soleras $f'_c = 114 \text{ kg/cm}^2$.

2.4. Acero de Refuerzo. Se realizaron ensayos de tracción en 3 muestras del acero corrugado empleado en las columnas, de 1/4" de diámetro, obteniéndose un esfuerzo de fluencia $f_y = 4263 \text{ kg/cm}^2$ y un esfuerzo máximo $f_{m\acute{a}x} = 5076 \text{ kg/cm}^2$.



3. ENSAYOS DE PRISMAS

3.1. Ensayo de Compresión Axial de Pilas. Se construyeron 8 pilas con unidades enteras, de 6 hiladas cada una, con juntas de aproximadamente 2.5 cm de grosor. Las dimensiones nominales de las pilas fueron 38x24x58 cm. Cuatro de estas pilas se construyeron con mortero de barro y las otras cuatro con mortero de cemento. Las pilas se ensayaron a una velocidad de carga de 3 ton/min a los 28 días de haber sido construidas (Foto 1), obteniéndose las siguientes resistencias características a compresión axial ($f'm$):

- Pilas con mortero de barro: $f'm = 8.78 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas con mortero de cemento: $f'm = 11.64 \text{ kg/cm}^2$

3.2. Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes. En forma similar a las pilas, se construyeron 8 muretes cuadrados de 80x80 cm con 24 cm de espesor, en aparejo de soga con 8 hiladas. Los muretes se ensayaron a una velocidad de carga de 0.5 ton/min a los 28 días de haber sido construidos (Foto 1), obteniéndose las siguientes resistencias características:

- Muretes con mortero de barro: $v'm = 1.12 \text{ kg/cm}^2$
- Muretes con mortero de cemento: $v'm = 1.07 \text{ kg/cm}^2$

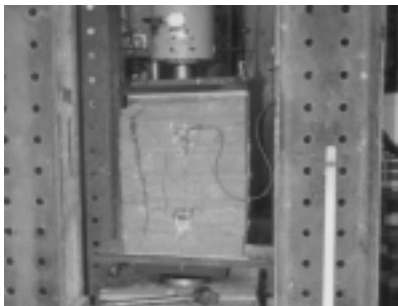


Foto 1. Ensayo de compresión axial en pilas (izquierda) y de compresión diagonal de muretes (derecha).



4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS DE ADOBE CONFINADOS

Se construyeron 3 muros de adobe confinados por elementos de concreto armado (Figs. 1, 2, 3 y Tabla 1), siguiendo el método tradicional de construcción para muros portantes de albañilería confinada: primero se construyó el muro de adobe, posteriormente se procedió con el vaciado de las columnas y, finalmente, se vació la solera. Las dimensiones de los 3 especímenes, en aparejo de soga e incluyendo los confinamientos, fueron: 274x245x24 cm.

En los muros M1 y M2, se utilizó mortero de barro y se consideró una conexión dentada entre la columna y el muro, con una longitud del diente igual a 5 cm (Foto 2). En el muro M3, construido con mortero de cemento, se utilizó una conexión columna-muro a ras, con la adición de mechas de alambre #8 cada 4 hiladas.



Fig.1
 Características del muro M1

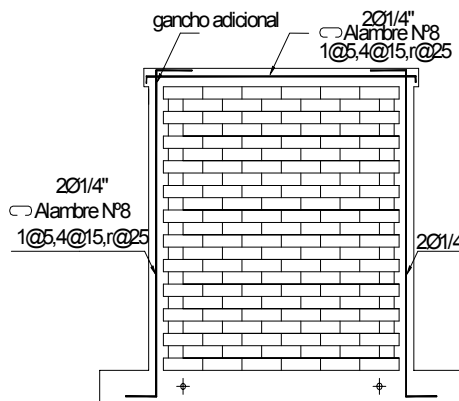
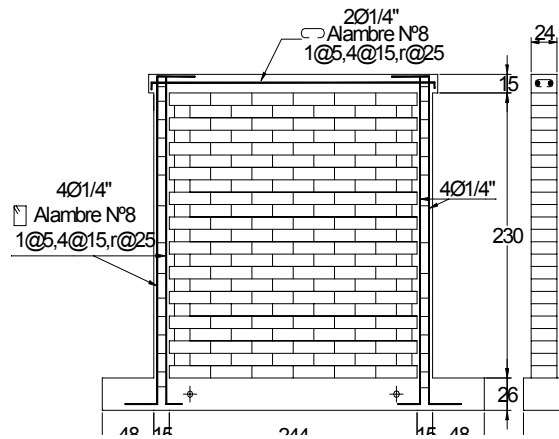


Fig.2. Muro M2

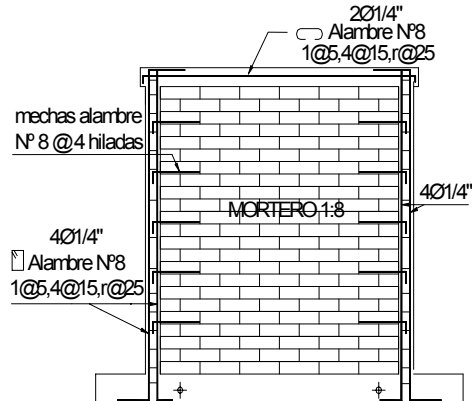


Fig.3. Muro M3



Foto 2. Conexión dentada en M2 (izquierda) y a ras en M3 (derecha)

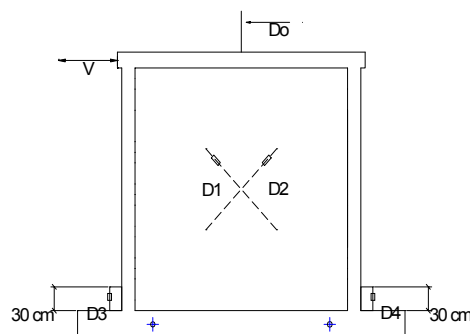
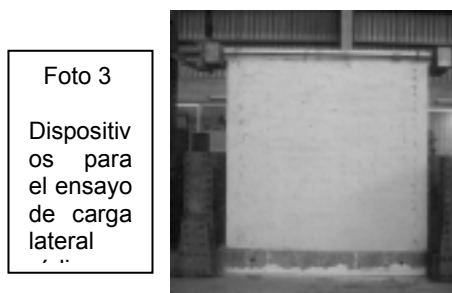


TABLA 1. Variantes en los Muros.			
Muro	Mortero	Conexión columna-muro	Refuerzo Vertical
M1	Barro	Dentada	4 ϕ 1/4"
M2	Barro	Dentada	2 ϕ 1/4"
M3	Cemento	A ras con chicotes	4 ϕ 1/4"

5. ENSAYO DE CARGA LATERAL CÍCLICA

5.1. Técnica de Ensayo. El ensayo consistió en aplicar carga lateral cíclica a los muros, controlando el desplazamiento horizontal de la solera (Do). Para generar la carga lateral (V) se utilizó un actuador dinámico (Foto 3), mientras que los desplazamientos fueron medidos con LVDT ("D"). Se realizaron 11 fases (Tabla 2) con un número determinado de ciclos hasta lograr la estabilización de los lazos histeréticos. Al final de cada ensayo, se aplicó un desplazamiento Do armónico con una amplitud de 10 mm y una frecuencia de 1Hz. Además, se realizó el ensayo monotónico del pórtico de M1, hasta alcanzar un desplazamiento de 20 mm.

TABLA 2. Fases del Ensayo de Carga Lateral Cíclica con Desplazamiento Controlado.											
Fase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Do (mm)	0.25	0.5	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0



5.2. Descripción del Comportamiento. La falla por fuerza cortante, manifestada a través de grietas diagonales, fue la predominante en los 3 muros (Foto 4). Durante el ensayo del pórtico de M1, comenzaron a aparecer fisuras por flexión en los dos extremos de las dos columnas, formándose finalmente rótulas plásticas en ambos extremos.

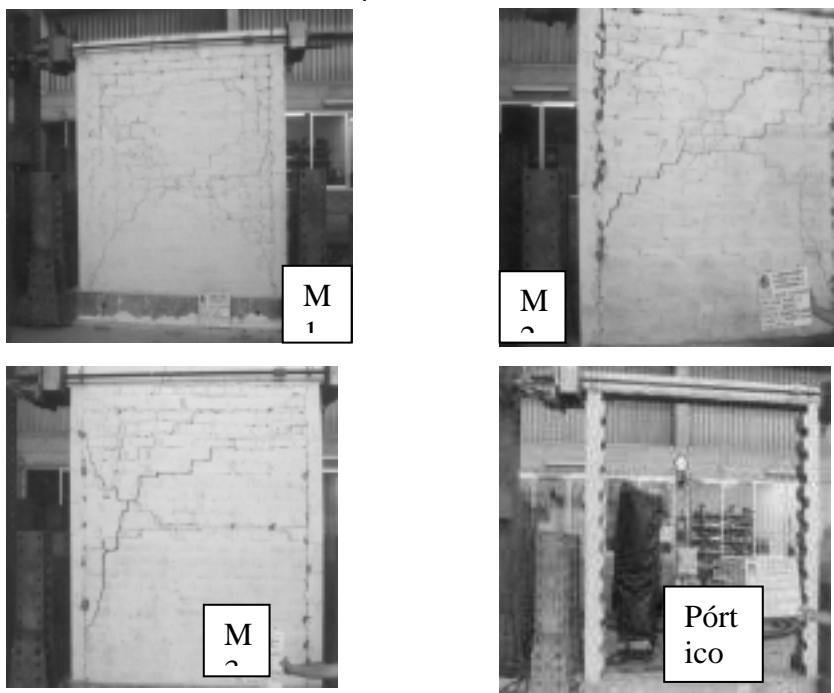


Foto 4. Muros y Pórtico de M1 después del ensayo.

6. RESULTADOS

6.1. Etapa Elástica. Se realizó el análisis en el rango elástico de los muros (sin fisuras) para determinar los siguientes parámetros teóricos y experimentales (fase 1 del ensayo):

- **Módulo de Corte (G).** El módulo de corte se obtuvo experimentalmente utilizando los desplazamientos diagonales registrados por los LVDT D1 y D2, asociados a la fuerza cortante máxima. Los resultados fueron: $G (M1) = 2241 \text{ kg/cm}^2$ y $G (M2) = 2737 \text{ kg/cm}^2$. En M3, D2 resultó muy pequeño, por lo que en este muro no se calculó G.



- **Rigidez Lateral Inicial (Ko).** En forma experimental, Ko se obtuvo dividiendo la carga máxima (V) entre el desplazamiento horizontal (Do) asociado a dicha carga. Para calcular teóricamente los valores de Ko, se hizo un análisis suponiendo al muro en voladizo y utilizando el criterio de la sección transformada. Para la albañilería de adobe se utilizó la expresión $E = 2.5 G$ para hallar el módulo de elasticidad, y para el concreto $E_c = 15210\sqrt{f'c}$, donde G es el valor experimental promedio de M1 y M2 (2500 kg/cm²) y $f'c = 100$ kg/cm². En la Tabla 3 se presentan los valores teóricos y experimentales de Ko.

MURO	Ko teórico (kg/cm)	Ko experimental (kg/cm)	Diferencia porcentual
M1	60230	58775	2%
M2	60230	59686	1%

- **Fisura de Tracción por Flexión.** Se pudo apreciar que los 3 muros no presentaron fisuras de tracción por flexión durante el ensayo. Para comprobar en forma teórica lo indicado, se empleó el criterio de la sección transformada no agrietada, evaluando el esfuerzo de tracción máximo al cual estuvo sujeto el muro (σ_{tm}) para después compararlo con la resistencia del concreto a tracción por flexión ($f_{cr} = 2\sqrt{f'c} = 20$ kg/cm²) transformada en albañilería de adobe ($f_{ar} = 1.1$ kg/cm²). De esta manera, se obtuvo para la mayor de las cargas laterales $\sigma_{tm} = 0.40$ kg/cm², valor que resulta ser 2.7 veces menor que la resistencia "far", con lo cual se demuestra porqué no se presentaron fisuras por flexión en ninguno de los muros. Cabe destacar que si en el concreto no se desarrollan estas fisuras, tampoco se presentarán en la albañilería de adobe.

6.2. Etapa Inelástica. Se hizo un análisis en el rango inelástico de los muros M1 y M2, con la finalidad de estudiar algunos parámetros asociados con el comportamiento cíclico. El muro M3 fue descartado de este análisis porque representaba un sistema costoso.

- **Carga de Agrietamiento Diagonal (VR).** En la Tabla 4 se muestran los valores teóricos y experimentales de VR. Para predecir teóricamente la



fuerza cortante correspondiente al agrietamiento diagonal, se utilizó la expresión [3]: $VR = 0.5 v'm \alpha t L + 0.23 Pg$; donde “v'm” es la resistencia característica a compresión diagonal de los muretes, “ $\alpha = 1$ ” es el factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, “t = 24 cm” es el espesor del muro, “L = 274 cm” es la longitud del muro incluyendo las columnas y “Pg” es la carga gravitacional de servicio (peso total del muro).

TABLA 4. Carga de Agrietamiento Diagonal VR.			
MURO	VR experimental (kg)	VR teórico (kg)	Diferencia porcentual
M1	3743	3930	5%
M2	3437	3930	14%

- **Resistencia Máxima (VM).** La resistencia máxima teórica fue calculada asumiendo que los muros iban a fallar por flexión, alcanzando el refuerzo vertical la fluencia (ver 2.4). En la Tabla 5 se presentan los valores teóricos y experimentales de VM obtenidos para los muros M1 y M2. En esta tabla se puede apreciar que los resultados teóricos son apreciablemente mayores que los valores experimentales, lo cual indica que la cantidad de refuerzo vertical empleada en las columnas de M1 (4 ϕ 1/4”) fue excesiva y que para soportar la carga de agrietamiento diagonal (VR) bastaba colocar sólo 2 ϕ 1/4” que fue el refuerzo utilizado en M2. Esta gran diferencia se debe a que los muros se deformaron y fallaron principalmente por fuerza cortante.

TABLA 5. Resistencia Máxima VM.		
MURO	VM experimental (kg)	VM teórico (kg)
M1 (4 ϕ 1/4”)	3787	7472
M2 (2 ϕ 1/4”)	3437	4496

- **Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R).** Para el cálculo experimental del factor R en los muros M1 y M2, se utilizó el criterio de igualación de energía [1], el cual consiste en igualar la energía elástica equivalente (E) a la capacidad de absorción de energía inelástica de los muros (EH). La energía inelástica (EH) se calculó para una distorsión



angular de 1/200 [1], correspondiente a un nivel de desplazamiento asociado al límite de reparabilidad del muro, que en este caso correspondía a la fase 8 del ensayo, donde aún no se habían separado totalmente las columnas del muro. Para determinar R se utilizó la expresión $R = \frac{\sqrt{2K_oEH}}{VR}$; donde "Ko" es la rigidez lateral inicial experimental (Tabla 3) y "VR" es la carga de agrietamiento diagonal experimental (Tabla 4). De esta manera, se obtuvo R = 4.75.

- **Diseño a la Rotura.** Mediante la propuesta de diseño a la rotura [3], se verificó el diseño de los elementos de confinamiento de los muros M1 y M2, los mismos que deben ser capaces de absorber la carga que produce el agrietamiento diagonal del muro (VR, indicada en la Tabla 4).

a) Columnas de Confinamiento. Se diseñan por corte-fricción y tracción combinada. La sección transversal y el refuerzo se determinaron mediante las siguientes expresiones:

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 f'_c \phi} \quad A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \mu \phi} \quad A_{st} = \frac{T}{f_y \phi}$$

Donde:

- As = área total del acero vertical en la columna (As = Asf + Ast)
- Acf = área de la sección transversal de la columna por corte-fricción (cm²)
- Ast = área del acero vertical por tracción en la columna (cm²)
- Asf = área del acero vertical por corte-fricción en la columna (cm²)
- f'c = resistencia a compresión del concreto a los 28 días = 104 kg/cm² (ver 2.3)
- φ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado = 0.85
- f_y = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo = 4263 kg/cm² (ver 2.4)
- μ = coeficiente de fricción concreto-concreto endurecido = 1
- V_c = fuerza cortante en la columna = 1/2 VR (para muros de 1 paño)
- T = fuerza de tracción en la columna generada por VR

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6. En esta tabla se puede observar que la sección transversal requerida para las columnas



(24x5 cm) es menor que la empleada en los muros (24x15 cm), adicionalmente se observa que el refuerzo vertical requerido ($2 \phi \frac{1}{4}$) es menor al utilizado en el muro M1 ($4 \phi \frac{1}{4}$).

TABLA 6. Diseño a la Rotura de las Columnas de Confinamiento.

MURO	Acf (cm ²)	Sección transversal requerida (cm)	As (cm ²)	Refuerzo vertical requerido
M1	106	24x5	0.58	$2 \phi \frac{1}{4}$ "
M2	97	24x5	0.50	$2 \phi \frac{1}{4}$ "

b) Viga Solera. La viga solera se diseña para soportar una tracción igual a $T_s = \frac{VR Lm}{2L}$, donde "VR" es la carga de agrietamiento diagonal experimental del muro, "L" es la longitud total del muro incluyendo las columnas y "Lm = L" para muros de 1 paño. El refuerzo horizontal de la solera se calculó mediante la expresión: $A_s = \frac{T_s}{\phi f_y}$

Donde:

ϕ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado en tracción pura = 0.9

f_y = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo = 4263 kg/cm² (ver 2.4).

Los resultados indicaron que el refuerzo horizontal requerido era $2 \Phi \frac{1}{4}$ ", que fue el utilizado en las vigas soleras de los 3 muros.

6.3. Comparación del Comportamiento de los Muros

Para efectos comparativos, se utilizaron las envolventes V-Do correspondientes al primer ciclo de cada fase del ensayo, las cuales se obtuvieron empleando los valores máximos de carga lateral (V) y el desplazamiento horizontal (Do) asociado a dicha carga.

- **Efectos del Refuerzo Vertical en las Columnas.** En el Gráfico 2 puede observarse que el comportamiento de los muros M1 (con $4 \phi \frac{1}{4}$) y



M2 (con 2 ϕ 1/4") son prácticamente coincidentes hasta la fase 4, y que a partir de la fase 5, M1 presentó un mejor nivel de resistencia que M2, pero este incremento no fue significativo. Respecto a la resistencia máxima, mientras que M1 tuvo una resistencia de 3787 kg, M2 alcanzó un valor de 3437 kg, 10% menor, por lo que no se justifica duplicar la cantidad de refuerzo vertical.

- **Efecto del Mortero.** En el Gráfico 3, puede observarse que el nivel de resistencia alcanzado por M3 (con mortero de cemento) en las primeras fases del ensayo (1 a 4) fue apreciablemente mayor que en M1 (con mortero de barro). En la fase 4, M3 alcanzó una resistencia superior en 33% respecto a M1. Luego de haber llegado a su máxima capacidad de carga en la fase 4, M3 sufrió una leve caída de resistencia debido al inicio de una falla por deslizamiento en la junta de construcción entre jornadas de trabajo. En la fase 6, M3 presentó una caída importante de resistencia debido a la ocurrencia de la falla por deslizamiento en la junta de construcción, y a partir de la fase 7, M1 presentó un mejor nivel de resistencia hasta finalizar el ensayo. Adicionalmente, en M3 se obtuvo una rigidez lateral inicial (K_0) ligeramente mayor (10.5%) que la alcanzada por M1.

- **Efectos del Pórtico.** Se compararon las curvas V-Do correspondientes al muro M1 y al pórtico del mismo espécimen. En el Gráfico 4 se aprecia que para un desplazamiento lateral de 20 mm, el pórtico tuvo una resistencia de 226 kg, mientras que para el mismo desplazamiento, el conjunto pórtico-muro soportó una carga lateral de 3428 kg, quince veces mayor, demostrándose así el aporte de resistencia y rigidez que brinda el muro de adobe al conjunto muro-pórtico, y que no necesariamente el cortante de la estructura en su conjunto era absorbido por las columnas, sino que esta fuerza cortante fue tomada en gran parte por la albañilería de adobe.



Gráfico 1

Lazos histeréticos correspondientes al ensayo cíclico del muro M2.

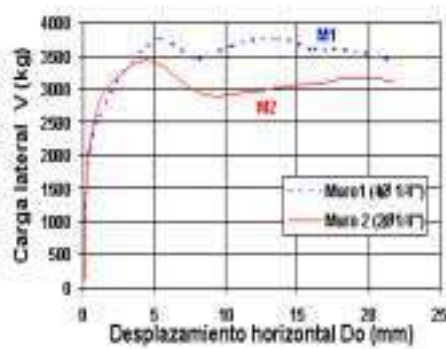
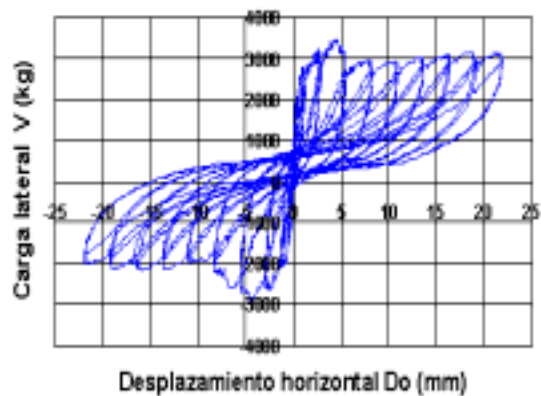


Gráfico 2. Envoltente V-Do. Efectos del refuerzo vertical de las columnas

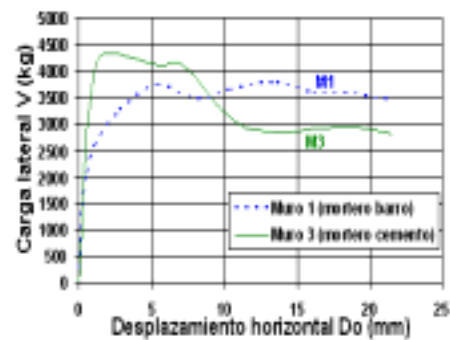


Gráfico 3. Envoltente V-Do. Variación del mortero y de la conexión muro-

Gráfico 4

Efecto del pórtico de concreto en la resistencia y rigidez de los muros de adobe confinados en la última fase del ensayo.



7. CONCLUSIONES

- Para la fabricación de las unidades de adobe y el mortero de barro se hace necesario el uso de arena gruesa y paja, los cuales son elementos naturales y eficientes para controlar la fisuración por contracción de secado de los adobes y del mortero de barro.
- De acuerdo a los valores obtenidos para $f'm$ en los ensayos de pilas, se puede concluir que el uso de mortero de cemento mejoró en 33% la resistencia a compresión respecto a las construidas con mortero de barro. Sin embargo, la resistencia a compresión obtenida en las pilas con mortero de barro, es suficiente para soportar las cargas de gravedad en una vivienda de hasta 2 pisos.
- La resistencia a compresión diagonal de los muretes ($v'm$) construidos con mortero de barro o de cemento, fue similar. Posiblemente esto se debió al manipuleo que tuvieron estos especímenes durante su montaje o durante la aplicación del capping, ya que el muro a escala natural M3 (con mortero de cemento) tuvo un incremento en la resistencia de 33%, y 10% en rigidez con relación a M1 (con mortero de barro). Cabe resaltar que en este proyecto se utilizó un mortero de cemento de pobre calidad (1:8), por lo que es necesario continuar investigando la influencia de este parámetro empleando morteros de mayor calidad.
- Las resistencias admisibles especificadas por la norma E-080 [2], para el caso en que no se haga ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes, son conservadoras en relación a los valores obtenidos en este proyecto.
- Las columnas y vigas soleras no presentaron fisuras de importancia, por lo que se puede concluir que la resistencia del concreto utilizada en dichos elementos ($f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$) fue suficiente para soportar las cargas a las que fueron sometidos los muros durante los ensayos.
- Para el caso del adobe confinado, es preferible el empleo de una conexión a ras columna-muro, debido a que los dientes de adobe pueden fracturarse durante la etapa de vaciado y compactación del concreto. El uso de mechas de anclaje en M3 ayudó a controlar la falla en la conexión a ras columna-muro, debido a que las grietas en las zonas donde se



encontraban las mechas tuvieron menor grosor que en el resto de la conexión. Sin embargo, debe remarcarse que estas mechas deben embutirse sobre un mortero de cemento para evitar su corrosión.

- Para el cálculo de la rigidez lateral inicial (K_0), se supuso un módulo de elasticidad para la albañilería de adobe igual a $E = 2.5G$ (similar al que se adopta para la albañilería de arcilla cocida), obteniéndose resultados teóricos de K_0 muy cercanos a los valores experimentales.
- La fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal (V_R) de los muros pudo predecirse utilizando la expresión $V_R = 0.5 v'm \alpha t L + 0.23P_g$, especificada en [3] para la albañilería con unidades de arcilla cocida.
- El diseño de los elementos de confinamiento de los muros (columnas y soleras) se verificó haciendo uso de las fórmulas planteadas en la propuesta de diseño a la rotura para muros con ladrillos de arcilla cocida [3], por lo que se concluye que dichas expresiones son también válidas para muros de adobe confinados. Cabe destacar que pese a que el refuerzo vertical en las columnas del muro M1 ($4 \Phi \frac{1}{4}$ ") fue el doble que el existente en M2, la resistencia máxima tan solo se incrementó en 10%, debido a que los muros tuvieron una deformación y un tipo de falla predominantemente por fuerza cortante.
- Los muros presentaron un comportamiento bastante similar a la albañilería de arcilla cocida confinada, mostrando lazos histeréticos delgados con la tendencia a pasar por el origen del sistema de referencia, propios de sistemas degradantes en rigidez. Incluso el límite de reparación, correspondiente a una distorsión angular de 1/200 (fase 8 del ensayo), especificado para la albañilería de arcilla cocida, coincidió para el adobe confinado, con excepción del muro M3 que presentó una falla por deslizamiento en la junta de construcción entre jornadas de trabajo. Debe destacarse que para una distorsión de 1/200, las fisuras verticales presentadas en la conexión columna-muro fueron finas y no abarcaron la totalidad de la altura, por lo que hasta esa etapa la estabilidad de los muros ante acciones sísmicas transversales no está comprometida.
- El factor R obtenido para el adobe confinado ($R = 4.7$) superó al alcanzado por la albañilería de arcilla cocida confinada ($R = 3$); sin embargo, al ser la resistencia a fuerza cortante del adobe confinado



aproximadamente 10 veces menor, y además, porque la calidad de la construcción con adobe es inferior, es aconsejable emplear un factor $R = 3$ para el adobe confinado.

En general, se puede concluir que el comportamiento que tuvieron los muros de adobe confinados, fue satisfactorio y predecible mediante la teoría de análisis y diseño que se sigue para la albañilería de arcilla cocida [3], evidentemente con valores más reducidos de resistencia y rigidez.

8. REFERENCIAS

1. Angel San Bartolomé, 1998. **CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA - COMPORTAMIENTO SÍSMICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL**. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.
2. SENCICO, 2000. **NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E-080 ADOBE**.
3. SENCICO, 1999. **PROYECTO DE NORMAS TÉCNICAS DE EDIFICACIÓN E-070 ALBAÑILERÍA**.
4. Gerardo Matos, Daniel Quiun y Ángel San Bartolomé, 1997. **ENSAYO DE SIMULACIÓN SÍSMICA EN UN MÓDULO DE ADOBE CONFINADO POR ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO**. XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros del Perú. Trujillo.

Autor

Angel San Bartolomé: Profesor Principal del Departamento de Ingeniería- Pontificia Universidad Católica del Perú.
Teléfono: 51-1-626200 – anexo 4627, Fax: 51-1-461-1785. E. mail: asanbar@pucc.edu.pe



TIPOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA ZONA SEMI –ARIDA DEL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO.

Dr. Arq. Rubén Salvador Roux Gutiérrez

Resumen

El presente trabajo presenta los resultados obtenidos en campo de las tipologías típicas de tierra de la región del Altiplano Tamaulipeco, con el propósito de rescatar dichas tipologías, a la vez buscar la manera de incentivar nuevamente el uso de esta técnica tradicional de construir en la zona semi – árida Tamaulipeca. En este trabajo se presentan los ejemplos tipológicos y su proceso constructivo.

Abstract

The present work presents/displays the results obtained in field of the typical typologies of land of the region of the Tamaulipeco Plateau, in order to rescue these typologies, simultaneously to look for the way to again stimulate the use of this traditional technique to construct in the zone semi - barren Tamaulipeca. In this work the typological examples and their constructive process appear.

1. Introducción

La preocupación del hombre por tener un espacio habitable adecuado a sus necesidades ha sido por mucho tiempo una de las más importantes. Para los arquitectos ha sido el género que más se ha estudiado y desarrollado durante mucho tiempo. Académicamente se realizan ejercicios de este tema desde los primeros talleres siempre buscando el proyecto idóneo, que solucione la problemática de vivienda, desgraciadamente la mayoría de las veces desvinculados de la realidad del usuario.

En el aprendizaje de la arquitectura se ha soslayado la enseñanza de los espacios de difícil datación histórica, inclinándose siempre a mostrar los grandes ejemplos de edificios monumentales, en donde, como Rudofsky (2000) comenta que se convierte en un abrumador catálogo de ejemplos con una mayor carga de datos y pequeñas notas, sin embargo, siempre ha sido irresistible para todo profesional de la arquitectura mencionar estos "excelentes" ejemplos de lo que la arquitectura debe ser.



Son pocos los estudios los estudios relacionados con el origen de la vivienda regional y menos el interés por hacerlos, olvidándonos que en muchos de los casos las respuestas de vivienda dadas por las personas de una determinada región son las más adecuadas al medio físico, cultural y social. Mas sin embargo para los arquitectos pasan inadvertidas, sin valor o poca importancia.

Es por tal motivo que el presente trabajo presenta la tipología de la vivienda rural del altiplano tamaulipeco, la cual aplica la técnica constructiva milenaria de tierra. Se podrá preguntar el porque de dicha importancia y la respuesta es a que la influencia globalizadota de otras técnicas de construcción han comenzado a desplazar a dicha técnica tradicional y adecuada al medio ambiente del altiplano tamaulipeco, corriendo el riesgo de desaparecer al irse transformando viviendas con más de 100 años en extraños híbridos que deforman la originalidad de las viviendas.

2. Descripción del sitio.

2.1. Aspectos geográficos, flora y fauna

"Región localizada en la Sierra Madre Oriental, conocida como cuarto distrito. Comprende cinco municipios del Estado clasificados como zona de pobreza y exclusión social, su extensión territorial es de 8,517 Km² con 55,700 habitantes que conforman 13,103 familias en 276 comunidades dispersas, cuya densidad de población es de 6.5 habitantes por km².

En las partes altas el clima es templado, en las partes bajas caluroso. Es la región donde menos llueve y son frecuentes las heladas. No tiene ríos importantes. El agua se encuentra en manantiales. Por ser en parte desértica, crecen plantas como biznaga, nopal y lechuguilla. Su fauna la componen víboras, tarántulas, ratas canguro, lagartijas camaleón y oso entre otras. En lo alto de la sierra hay bosques de pino piñoneros. En Jaumave y Miquihuana se explotan los bosques de pino. Un 56% de la Reserva de la Biosfe

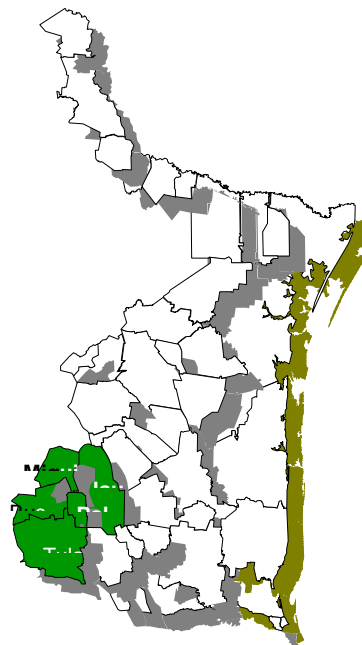


Figura 1. Localización de los municipios que conforman el altiplano tamaulipeco.



ra "El Cielo" se encuentra ubicada en el municipio de Jaumave con un total de 17,330.74 has. En Tula se encuentran dos áreas naturales que están en proceso de ser decretadas zonas protegidas, estas son "El Coronel" (32 km²) y "El Picacho" (3 km²), en Miquihuana, Jaumave y Bustamante se encuentra "La Perdida" área también en proceso de decreto. En Tula se realizan estudios e investigaciones paleontológicas en vestigios recién encontrados.

Como llueve poco la agricultura no se ha desarrollado, la hidrografía de la región está compuesta por manantiales, su fuente de empleo es agropecuaria de autoconsumo. En Tula y Miquihuana siembran maíz, frijol, algo de trigo, chile y cebolla y papa serrana. Crían cabras, vacas y cerdos. Sus actividades comerciales son la explotación de maderas de pino y cedro en Jaumave y Miquihuana, lugares que cuentan con aserraderos, la lechuguilla, con la que fabrican cepillos, estropajos, jarcería, grabado y muebles hechos en madera y artesanía como bolsas y morrales, trabajan en Tula el curtido de pieles para fabricar chamarras, botas y cueras, prendas del traje típico del Estado.

2.2. Aspectos históricos

Los primeros establecimientos fueron en esta región realizados por los misioneros que se desplazaban de Río Verde o del Nuevo Reino de León, actualmente son las cabeceras municipales llamados antes San Antonio de Tula (1640), Villa de Palmillas (1714), y Real de los Infantes (1746), su patrimonio cultural está representado en Palmillas y Miquihuana donde se encuentran los templos de nuestra Señora de las Nieves y San Juan Bautista respectivamente, las más antiguas arquitectura del Estado, la ex hacienda del Caracol de Álvarez y el Capulín, San Lorenzo y San Miguel Arcángel. Vestigios arqueológicos de la tribu janambre se han encontrado a 8 Km de la carretera Tula-Ocampo.

La mayor parte de los habitantes se encuentran en las poblaciones de Tula y Jaumave, son las más comunicadas. Sus recursos naturales, las minas inexploradas en Bustamante, los turísticos en Miquihuana con sus paisajes". (2002 Estrada, Pedro).

3. Análisis de las tipologías.

Utilizar la tipología arquitectónica permite fundamentar los conceptos básicos de forma y construcción, dirigiéndolos a contrastar y evaluar los hábitats edificados del pasado y el presente, para poder generar formas ade-



cuadas a un contexto social, urbano o físico. En toda obra arquitectónica se cuenta con varios ejemplos de rasgos o características, por lo que para poder sintetizarlos adecuadamente, se requiere identificar y reducir los datos representativos, que es a lo que se puede entender por tipo (*Espuna y Roux 2003*). El tipo se entiende como ese "sistema reductor de los fenómenos espaciales a esquemas de relaciones invariantes. El tipo no es una configuración espacial definida, sino una idea abstracta que reduce un cierto grupo de relaciones conceptuales" (*Guerrero Baca: 148; 1996*).

La vivienda rural es respuesta natural a las características del entorno, así como a las tradiciones y particularidades de sus habitantes, los que siempre han respetado el medio físico, así como también han contribuido con soluciones adecuadas a sus características sociales y de confort. Estas respuestas son transmitidas tradicionalmente, y son de acuerdo a (*Guerrero Baca 1996*), los mecanismos de autocorrección, enriquecidos con la actualización y reutilización.

Comprender la vivienda rural puede ser complejo si no se concibe a la arquitectura habitacional como un ente cambiante, que se va modificando conforme va evolucionando el sitio, percibiéndose la paulatina influencia de la industrialización, no solo en los procesos constructivos, sino también en los cambios de los patrones conductuales de quienes se han asentado en este medio.

4. Tipología constructiva de la zona

Como respuesta al entorno natural, la tipología constructiva utilizada en las viviendas edificadas en la zona, utiliza los materiales que la naturaleza ofrece en gran cantidad, como es la tierra y la piedra. En los municipios de Jaumave, Miquihuana, Palmilla, Bustamante y Tula, presentan la misma tipología constructiva que a continuación se describirá:

Al hacerse el recorrido, tanto por los cinco municipios del Altiplano Tamaulipeco y al analizar las diferentes viviendas, se encontraron una serie de elementos y sistemas constructivos, de los cuales se realizaron una serie de apuntes y fotografías para facilitar la descripción de lo que a continuación se enuncian:

4.1. Cimentaciones y rodapiés.

La cimentación de las viviendas es de buena calidad, ya que se utiliza la piedra basáltica de la región, conocida como *piedra azul*, junteada con



mortero, antiguamente de cal apagada y posteriormente de cemento arena. Se apreció que además en algunas viviendas se prolongó más arriba

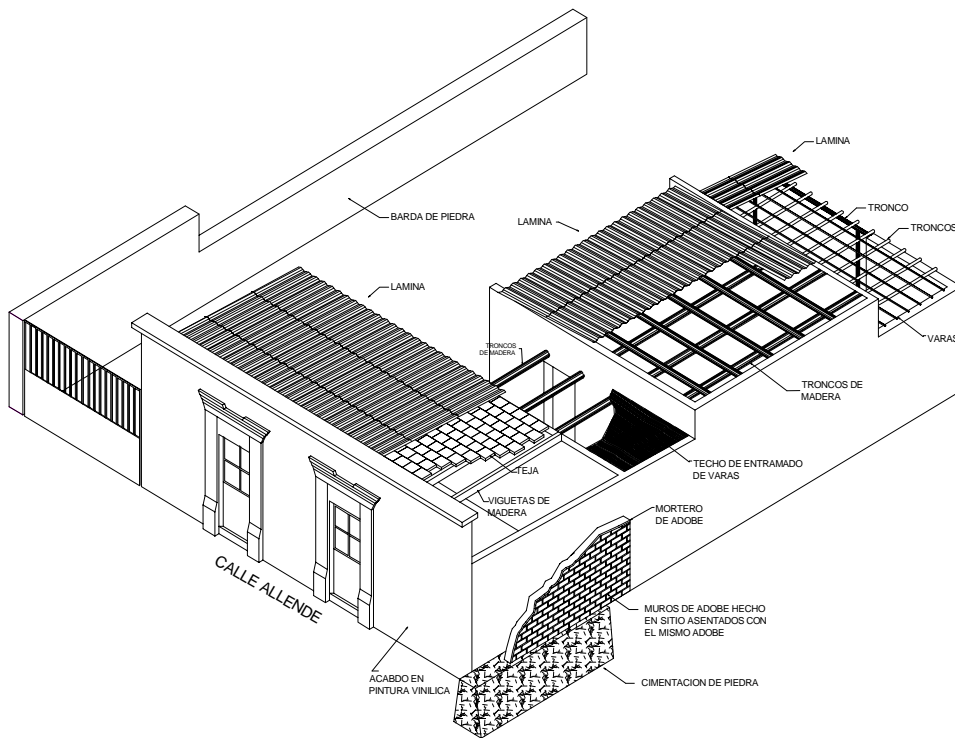


Figura No. 2 Detalle de sistema constructivo, vivienda de I Municipio de Bustamante, realizado por Christian Iván Proa Valdez

del nivel natural del terreno la cimentación, con la intención de evitar el contacto de las corrientes de agua, formadas después de llover, en los muros de la casa, teniendo en cuenta que la zona no presenta temporada de precipitaciones abundantes más sin embargo cuando estas se presentan es con abundante agua.



Figura No. 3 Vivienda de varas en el Municipio de Jaumave. Foto tomada por Cecilia Sutaita. Julio 2004

4.2. Muros de bajareque.

Por los resultados del análisis, se pudo deducir que aproximadamente hace unos 50

años, todavía era un material utilizado en la construcción de muros para vivienda. El sistema es a base de la utilización de puntales o varas verticales denominados *horcones de barro*, haciéndose una "cesta" con varas de carrizo más delgadas, dejándose la estructura, sin recubrimiento. Este sistema se empleo para la construcción de cocinas, cobertizos de guardado de alimentos.

4.3. Muros adobe.

Es el sistema más empleado en los cinco municipios estudiados, el cual comprende el empleo de adobes de 12 x 14 x 28 cm, fabricados tradicionalmente, se utiliza tierra de la región, mezclada con fibras vegetales y estiércol de ganado, se dejan secar al sol durante 10 días y una vez secos se procede a fabricar los muros, los cuales son de 28 cm de espesor.

El juntado de los ladrillos se hace con la misma tierra de con que se fabrican los adobes, utilizando rajuela de piedra para el nivelado. Una vez terminado los muros se puede dejar sin recubrir, pero preferentemente se recubre con el mismo barro y posteriormente se les aplica pintura vinílica.

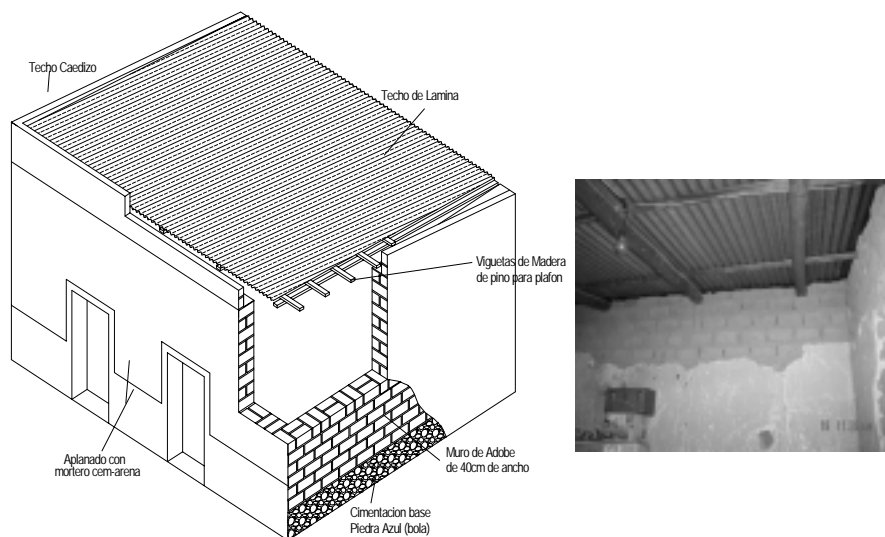


Figura 4. Detalles de muros y fotografías de viviendas del Altiplano Tamaulipeco, realizados alumnos de la Unidad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UAT, julio 2004

4.4. Techos.

Los techos de las viviendas son de origen realizados con dos sistemas constructivos:



Figura No. 5 *Detalles de techumbres*, fotos tomadas por los alumnos de la Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UAT, julio 2004

De palma: Techumbre tradicional a base de la hoja de la *palma real* que se daba en abundancia en la región, aunque actualmente es excasa.

El aterrado: Que consiste en la interposición de mosaicos de cerámica colocados de manera cuatrapiada, para así formar un elemento sólido y grueso, al cual esta soportado por vigas de madera de 50 x 100 mm , colocadas a una distancia máxima de 50 cm entre una y otra, esta en la actualidad han sido sustituidas por vigas de concreto.

El tejamanil: Que es la utilización de tejas de madera o barro colocadas sobre una estructura de madera de 50 x 100 mm.

Actualmente se están utilizando láminas de metal galvanizadas, aunque este material presenta el inconveniente de su baja capacidad térmica, lo que ha provocado que las viviendas sean inadecuadas para el entorno físico.

4.5. Ventanas.

Como resultado de la utilización de los materiales constructivos originales de las viviendas rurales, es decir, el adobe, los vanos de las ventanas responden al sistema constructivo utilizado tradicionalmente, con ventanas pequeñas en relación al macizo de los paramentos, con medidas que por lo general oscilan entre los 0.60 a 1.20 metros en su anchura y con altura

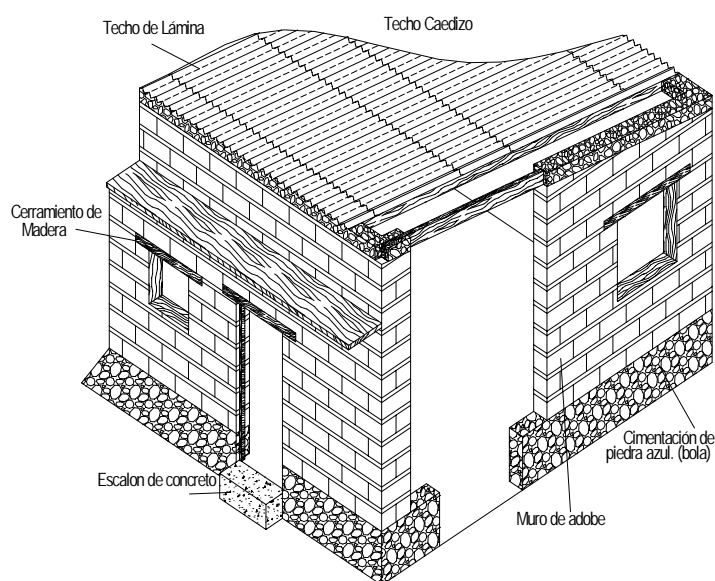


Figura No. 6 *Detalle de puertas y ventanas de viviendas de la Zona del Altiplano Tamaulipeco*, realizado por Francisco Morales Ortiz

de los 0.90 a 1.50 metros, utilizándose un dintel de madera en la parte superior del vano y en ocasiones un repisón de madera. Cabe destacar que las ventanas son de madera, con dos hojas abatibles hacia fuera, para lograr una mayor ventilación.

4.6. Puertas.

Al igual que las ventanas los vanos de puertas cuentan con un dintel de madera, para salvar el claro, las puertas exteriores son de madera originalmente, aunque han sido sustituidas por puertas de hierro.

5. Deformaciones del sistema:

El cambio de materiales tradicionales por otros, se debe más a un aspecto, social, que a la escasez de los materiales tradicionales, tal vez el único caso es el de las palmas utilizada en techos, más sin embargo un fenómeno importante que se da es la utilizan de materiales importados que son trasportados desde el núcleo urbano más cercano que es Cd. Victoria, capital del estado, siendo los materiales más usados en la mayoría de las casas actuales en las techumbres de lámina metálica o de cartón. De igual forma se encuentran los bloques de concreto, grava, arena y acero de refuerzo.

Haciendo un análisis de este fenómeno se detecto que esto se debe principalmente a un fenómeno de aspecto social, ya que el vivir en una casa de materiales "urbanos" por llamarlos de alguna manera da un mayor status social, por otra parte esto ha sido fomentado por los políticos, ya que en épocas de campaña de les regalan este tipo de materiales a las comunidades rurales. Los habitantes dijeron que los usan por que son gratis porque mejoran su vivienda físicamente a pesar que reconocieron que su vivienda se hizo más calurosa o más fría, según la época del año.

Dichas viviendas han perdido el confort de las originales y por lógica han incrementado su costo sobre todo por la dificultad de llevar los materiales por el río.

6. Conclusiones:

Es importante buscar los mecanismos que permitan preservar los procedimientos constructivos regionales, evitando la influencia de los nuevos sistemas.

Por lo que se hace necesario el estudio y la mejora tecnológica de estos procedimientos que les permita ser competitivos con los actuales. Informar a los usuarios de las ventajas del uso de los materiales de la región, en la construcción de sus viviendas y la mejora de la calidad de vida.

Mayor participación de los investigadores en el rescate de la vivienda rural y sus procedimientos constructivos, así como la promoción en el uso de materiales regionales.



7. Bibliografía

- DEFFIS CASO, Armando 1999 **LA CASA ECOLÓGICA TROPICAL**; Ed. Árbol; México, D. F.
- GOBIERNO DE TAMAULIPAS 2002 **DATOS DE LOS MUNICIPIOS [EN LÍNEA]. TAMAULIPAS**, México. Disponible en: <http://www.tamaulipas.gob.mx>.
- GUERRERO BACA, Luis F. 1996 **ESTUDIOS DE TIPOLOGÍA ARQUITECTÓNICA**; Universidad Autónoma Metropolitana.
- INEGI. 1990 **XI CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA**. Datos por Ejido y Comunidad Agraria. México
- INEGI. 2000 **CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA**. México
- NEGRÓN, Marco 1998 **LA PRODUCTIVIDAD DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS: VIEJOS DILEMAS Y NUEVAS PERSPECTIVAS**, en Urbana Vol. 3 No. 22; Instituto de Urbanismo, Universidad de Zulia; Venezuela
- RUDOFISKY, Bernard 2000 **CONSTRUCTORES PRODIGIOSOS** Editorial Árbol, México, D. F.

Autor

Rubén Salvador Roux Gutiérrez: Doctor Arquitecto. Catedrático Investigador de la Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Líder del Cuerpo Académico de Vivienda y Modelos Constructivos.
E-mail: rroux@uat.edu.mx; rroux33@hotmail.com. Tel. Particular: 52 833 2282337

Alumnos participaron en la recolección de datos, así como elaboración de croquis constructivos: Avenaño Correa Alejandra, Cárdenas Priego Josué Ramón, Calles Requena Diana Josefina, Contreras Arteaga Laura Benoni, Enríquez Bravo Karla Isabel, Florencia Illoldi Miriam, Garza Robledo Agustín, González Martínez Rubén Antonio, Hernández Azua Ana Luisa, Hernández Castillo Rogelio, Martínez Covarrubias Lorena, Morales Ortiz Francisco, Pérez Díaz Infante Antonio, Proa Valdez Christian Iván, Ramos Montaña Linda Cristal, Rojas García Ricardo. Segovia Flores Nely; Sustaita Mendoza Ana Cecilia, Villeda Pulido Araceli



**LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL VALLE CALCHAQUÍ,
TUCUMÁN.
¿UNA PROSPECTIVA CONSTRUCTIVA?**

Mirta Eufemia Sosa

Resumen

En la región de Noroeste Argentino, la tierra fue el material natural más utilizado en la construcción de la vivienda popular en el ámbito rural, desde las primeras épocas de asentamiento sedentario de las antiguas culturas nativas hasta hoy. El conocimiento empírico y contextual desarrollado por el poblador en cuanto a las propiedades y formas de aplicación de este material, lo llegó a combinar y desarrollar técnicas que evolucionaron a través de los distintos períodos históricos-culturales. Fue la cultura de los pueblos que la habitaron lo que marcó el desarrollo y la expresión técnica de la arquitectura tradicional en la región (M. Sosa, La arquitectura popular del Valle Calchaquí, 2002)

A partir de mediados del siglo pasado, la vida en el valle comienza a marcar cambios en sus patrones económicos y sociales: nuevas actividades y hábitos productivos, migración de pobladores rurales a los centros urbanos y asentamiento de pobladores temporales, que provocan transformaciones tanto en su concepción espacial-funcional como así también en la concepción y materialización de su arquitectura,

Este artículo, basado en estudio de campo (Valle Calchaquí en Tucumán), confronta construcciones tradicionales y actuales, identificando y desarrollando las variantes, innovaciones y asimilaciones constructivas y estructurales de las resoluciones de los elementos constructivos: muro y techo; de la arquitectura del residente vallista y del residente ciudadano. Asimismo se reflexiona y valoriza la competitividad de esta tecnología regional, apropiada a los recursos humanos, materiales y economía, la cual se destacó y se destaca por la auto producción de sus distintos componentes y por la auto-construcción.

Consecuentemente se plantea la necesidad de recomendaciones técnicas tendientes a la optimización del uso de esta tecnología construcción alternativa.



Abstract

In the region of Argentine Northwest, the earth was the natural material most used in the construction of the house in the rural area, from the first epochs of sedentary establishment of the old native cultures to today. It was the culture of the peoples who lived what marked the development and the technical expression of the traditional architecture in the region.

This article referred to the architecture of earth the valleys of Tucumán, it confronts traditional and current constructions, identifying and developing the variants, constructive and structural innovations and assimilations of the constructive elements: wall and roof, and reflecting and valorizing the competitiveness of this regional technology, appropriate to the human resources, materials and economy.

Generalidades

Situada en el Noroeste de la Argentina, la provincia de Tucumán se encuentra entre los paralelos 26° y 28° de latitud sur y los meridianos 64° 30' y 66° 30'. Es la provincia más pequeña del país con una superficie total de 22.524 km². Geomorfológicamente puede diferenciarse a partir de un eje norte sur, en región de llanura al este y región de valle y montaña al oeste, la cual por sus características climáticas, puede distinguirse asimismo en dos micro regiones: la de los valles húmedos, con el valle de Tafí -Tafí del Valle y El Mollar- y la de los valles áridos, con las comunidades de Ampimpa, Amaicha del Valle, Los Zazos, Quilmes, El Bañado, Colalao del Valle entre los poblados que se localizan sobre la ruta que comunica los valles tucumanos con los valles salteños.

La entrada a los valles se da a través de la denominada Selva Tucumana, con la primera población a 107 Km de San Miguel de Tucumán -capital de la provincia de Tucumán- y a una altura de casi 2000m. SNM.

La Arquitectura de Tierra y su evolución en el tiempo

Hasta mediados del siglo pasado y en algunas regiones hasta fines de éste, la tierra como el principal material de construcción definió el carácter de la vivienda tradicional, en una simbiosis de arquitectura y paisaje. La actividad económica-productiva del núcleo familiar definió el espacio utilitario contribuyendo con ello a esta fisonomía. La comunicación con otros centros poblados era muy poca, el único acceso seguro a los valles era a lomo de mula, de allí el carácter rural y la permanencia de técnicas y modos de construir.



La construcción de la ruta provincial 307, en 1943, significó la apertura y el inicio del cambio no sólo en la economía sino también en el paisaje rural del Valle de Tafí, sobre todo en la villa de Tafí del Valle que es actualmente el principal centro turístico de la provincia. Esta transformación no fue tan evidente en los valles áridos del norte, que mantienen en buena medida el carácter de la arquitectura vernácula y tradicional de la región.

En la actualidad, las nuevas edificaciones en los poblados presentan innovaciones tanto en el aspecto tecnológico como en el modelo arquitectónico. Realidad que no es excluyente de nuestro país, el concepto de "modernidad" y la falsa creencia del buen construir –utilizar materiales y componentes industrializados- se contraponen al de "construcción tradicional" en perjuicio de la cultura constructiva de la región.

El uso de la tierra y del barro en construcciones de residencia estable, se remonta al Periodo histórico del Formativo (500 a. C.) La tierra utilizada

Como relleno de muro dobles de piedra y el barro utilizado en la fabricación y construcción de adobes y tapias (El hábitat popular del valle calchaquí en Tucumán. Tradición y Modernidad; M.Sosa).

La información que proporciona la arqueología y la historia con relación a vestigios que se pudieran haber encontrado no permite precisar cuales fueron las características dimensionales y formales de estos componentes. Y si bien fueron las culturas de mayor desarrollo en la Argentina las que habitaron el noroeste argentino no llegaron a la escala y la envergadura de las altas culturas andinas como lo fueron por ejemplo la cultura Moche (100-800 d.C.), Chimu (1000-1400 d.C) Inca (1470-1530). Con la conquista, colonización y posterior asentamiento de las órdenes religiosas se produce en mayor o menor medida una integración del saber popular y foráneo.

La obra construida con tierra que perdura hasta hoy, nos testimonia el uso de la técnica constructiva de mampostería con adobes rectangulares que en dimensiones variables constituyen espesores de muro de 0,60m a 1,20m, ejemplo de ello son las viviendas de los cascos de hacienda que datan del siglo XIX y XX que se pueden encontrar en Tafí del Valle, en El Bañado y en Colalo del Valle, y los edificios civiles religiosos como la Misión Jesuítica de La Banda en Tafí del Valle -1718- declarada en 1970 Museo Histórico y Arqueológico (Conjunto de la Estancia Jesuítica en el Valle de Tafí, M. Sosa) y la Iglesia de Amaicha del Valle.





Imagen 1. Estancia Jesuítica La Banda, Tafí del Valle

Si consideramos y analizamos una construcción tradicional en tierra, sea un edificio público o doméstico, veremos que se trata de una edificación compacta, simple formal y funcionalmente, con pocas aberturas, con el vano de acceso centrado y eventualmente ventanas pequeñas y espesores de muro mayores a 0,40m. El conocimiento del contexto y del material utilizado en el aprovechamiento de sus cualidades: comportamiento termohidrófugo y fragilidad estructural, es evidente en estas edificaciones.

En la arquitectura tradicional, la tipología constructiva preponderante es el muro *de tierra*: mampostería de adobes rectangulares y junta de barro, con espesor de aproximadamente de 0,40m-0,45m, sea que se utilice el adobe –cuyas dimensiones rondan en 0,22m x 0,45m x 0,10m- colocado de cabeza o trabado en hiladas intercaladas de cabeza y tizón.



La función de la mampostería es de cerramiento y estructural, soporta la carga del techo a través de tirantes "varas" que apoyan directamente sobre el muro.

Imagen 2. Vivienda tradicional en Tafí del Valle

Por su comportamiento constructivo estructural este cerramiento se define como un elemento constructivo heterogéneo, pero que es homogéneo en cuanto a la naturaleza y composición de la tierra de los componentes que la constituyen: barro para el adobe y barro para la junta de mortero. En esta escala constructiva, el correcto uso de las características formales y técnicas citadas definió la estabilidad del conjunto construido en tierra frente a acciones de cargas gravitatorias y dinámicas.

A través de tiempo, el saber popular y la posibilidad de recursos económicos y de materiales permitió al poblador incorporar a la vivienda tradicional otros materiales naturales que mejoraron y previnieron lesiones y patológicas en los muros, la piedra para el sobre cimiento y la madera para la viga collar (de amarre, solera, carrera, encadenado).

El sobre cimiento protege al muro al nivel del zócalo, de la acción de agua -1° degradante de la tierra- del viento y de la acción combinada de ambos, puede o no aparecer en la construcción tradicional. Se construye de piedra bola y junta de barro, de ladrillo cerámico o doble muro de piedra chata relleno con barro, técnica constructiva que también utilizada para cimiento, es heredada de las culturas nativas que habitaron la región desde hace un poco más de 1500 años. La viga collar garantiza la uniforme distribución de la carga del techo y evitar la concentración de esfuerzo en el muro, son refuerzos y protecciones que no eran desconocidos, pues se los puede observar en algunas haciendas y en la Estancia Jesuita de la Banda en el valle tucumano. Pero su aplicación implicó disponer del material –piedra, ladrillo y madera- y de una mano de obra calificada.

Hace poco más de 30 años, como consecuencia de la fluidez de la comunicación con el resto de la provincia, de sus recursos naturales y de la belleza de sus montañas, en el valle se comenzó a generar nuevas actividades y emprendimiento, el visitante ocasional que se transforma en residente estacional o estable comienza a plantear cambios e innovaciones en el hasta ahora paisaje natural. "Nuevos" materiales, conocidos por técnicos y profesionales de la construcción, nuevos colores, nuevas formas arquitectónicas se insertan y se combinan con la arquitectura tradicional. El desconocimiento de la técnica constructiva regional conlleva en algunas aplicaciones un desafortunado uso y desaprovechamiento de la tierra como material de construcción.

Actualmente, las construcciones los muros son *con* tierra: mampostería con adobes y junta de mortero de "mezcla" (arena, cal y cemento) y sobre cimiento de mampostería de piedra y junta de mezcla u hormigón o una viga inferior de H°A° correspondiente al sistema estructural sismo resistente. La mampostería cumple la función de cerramiento y su espesor y la



dimensión del adobe utilizado está determinada por la sección de las columnas y vigas. La envolvente disminuye en espesor a 0,20m y con ello su performance térmica, situación que se acentúa al "posibilitar" la estructura de H°A° grandes aberturas para visuales. Se pierde el principio de las construcciones en tierra de aprovechar la masa térmica para balancear las temperaturas del exterior en relación a las del interior, a medida que se aumenta el espesor del muro de tierra se retardar el calor transmitido a fin de obtener temperaturas internas de confort. Pero no importa solo el material y el espesor del elemento constructivo, sino también la forma y la disposición de los volúmenes o habitaciones. La arquitectura tradicional de los valle, con la existencia de patios y de volúmenes independiente, si bien incrementan la superficie de exposición al sol, generan espacios de sombras y de aire fresco.

Es importante también en este intercambio térmico, la presencia y la circulación del agua, porque el coeficiente de conductividad térmica va a variar con el contenido de humedad del muro y con las migraciones de vapor de agua. Las características granulares de la tierra que conforma el muro y la naturaleza y composición de los componentes del revoque que se utiliza, influye en estas propiedades termo-hidrófugas y la durabilidad. El cemento en revoques y en zócalos, utilizado como la gran solución frente a la acción del agua se constituye en un agente generador de patologías,

Desde un análisis desde la durabilidad y estabilidad de una construcción, sea en obra nueva o en restauración, se debe utilizar el material que guarde mayor compatibilidad con el tipo de tierra que se esté trabajando u halla sido utilizado, a fin de lograr un trabajo solidario y respetando la necesaria homogeneidad constructiva-estructural a que debe responder una mampostería, sobre todo la de tierra.



Imagen 3. Estructura de H°A° y cerramiento
Mampostería de adobes



Imagen 4. Vivienda actual.
Tafí del Valle

Otro componente de la arquitectura tradicional de los valles es el techo. En el Valle de Tafí la cubierta de paja característica de esta región, es hoy reemplazada por la chapa metálica por la dificultad en la disponibilidad del material vegetal y por su mantenimiento periódico cada 2 o 3 años de la última capa; pero sobre todo por la pérdida del saber construir de esta técnica constructiva. En los valles áridos, al norte, la tecnología de tierra mantiene cierta autonomía, la cubierta de torta de barro sigue en vigencia. La autoproducción de adobes y autoconstrucción de la vivienda forma parte aún de la idiosincrasia de los pobladores, pero el tiempo disponible para la actividad constructiva es mucho menor, poco a poco el aprendizaje de los

"secretos" del buen construir no se transmite y la dedicación que es necesaria en cada etapa o proceso de construcción -elección de la tierra más conveniente, tiempo de secado, etc.- repercute en el producto final.



Imagen 5. Vivienda Tradicional con techo de torta de barro. El Bañado

Consideraciones finales

En realidad es poco lo que se conoce en el mercado de la construcción y en el ámbito académico de la tecnología con tierra y de las posibilidades técnicas que puede brindar. Buena parte de las intervenciones y de los emprendimientos que se llevan a cabo, marcan en muchos casos la falta del conocimiento técnico-científico necesario en el aprovechamiento de las propias características higrotérmicas y de la alternativa que plantea como recurso tecnológico regional.

El avance del pensamiento y la aceptación no corren todavía paralelos a los avances en el campo de la investigación científica de este material.

Para construir con tierra, sea en el sistema constructivo que se decida, se debe partir y asentar en el conocimiento tecnológico del material, y que no abarca o involucra solamente el hecho constructivo. Se inicia en el momento mismo de la propia concepción, de la ideación arquitectónica. El deterioro y las lesiones que se pueden observar en algunas de estas antiguas construcciones son consecuencia directa de desafortunadas intervenciones actuales y no siempre por una inadecuada concepción arquitectónica

Conjugando estos parámetros a tener cuenta a fin de optimizar y garantizar la vida del edificio es conveniente considerar y asumir para plantear el diseño:

- A). Características del sitio de emplazamiento, que no son prioritarias de una edificación en tierra El microclima: lluvia, viento, sol, temperatura, y el riesgo sísmico (efecto de riesgo necesario a considerar en nuestra región) .
- B). Correcta elección de la tierra que se utilizará en la totalidad o en parte de la construcción, a fin de lograr la mayor y mejor compatibilidad entre diferentes tierras y entre la tierra y otros materiales, para lograr buenos valores de durabilidad frente al intemperismo y a cargas estáticas y dinámicas.
- C). Diseño constructivo estructural del edificio y de cada uno de sus constituyentes -los elementos constructivos-. Su posición sobre el terreno, sus proporciones, forma y desarrollo, disposición y tamaño de las aberturas, relaciones de alturas, longitudes y espesor, refuerzos, etc. Son determinaciones necesarias a considerar, que deben ser resultado de un estudio que garantice la vida útil del edificio frente a requerimientos tanto constructivos como estructurales.

Autor

Mirta Eufemia Sosa: Arquitecta. Formación especializada de posgrado DPEA "Arquitectura de Tierra", CRATerre - EAG. Francia. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán. Integrante CRIATIC Centro Regional de Investigación en Tierra Cruda, participa Proyecto CIUNT/UNT(26-B/107) "Diseño y transferencia de Tecnología Alternativa en Tierra Cruda" y del Proyecto ANPCyT PICT 13 - 6873) "Tecnología constructiva para el habitat social y equipamiento rural". Miembro de Proyecto PROTERRA HABYTED/CYTED.
C.eléctronico:mirta_sosa@hotmail.com.Tel:0054 3814245590; Tucumán, Argentina



ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DE TIERRA CONSTRUIDA POR PUESTEROS GANADEROS EN EL ÁRIDO SANJUANINO

Arq. Guillermina Re, MSc.-Arq. Irene Blasco Lucas- Arq. Osvaldo Albarracín

RESUMEN

Se lleva a cabo un relevamiento sistemático en *seis puestos* ganaderos localizados en el secano del Departamento 25 de Mayo, en la Provincia de San Juan, con el fin de conocer en profundidad sus modalidades constructivas y a partir de ello elaborar propuestas superadoras, con la intención de efectuar algunas contribuciones para solucionar problemas de habitabilidad, marginalidad y necesidades básicas insatisfechas que en la actualidad presentan estas pequeñas comunidades rurales del árido sanjuanino. Para el relevamiento se utilizaron dos fichas diseñadas por el Programa CYTED y se las complementó con otras cinco de elaboración propia. La problemática se abordó como un todo complejo, por lo cual se tuvieron en cuenta tanto los aspectos estrictamente tecnológicos, como los socio-culturales y económico-productivos. Con la ayuda de un localizador satelital (GPS) se obtuvieron las coordenadas geográficas exactas y se las ubicó en el mapa digital respectivo, datos que se incluyeron en las fichas. En la etapa de análisis de las viviendas se hizo hincapié en el estudio de las tipologías y sus características espaciales; en los usos y la organización funcional; en la materialidad y sistemas constructivos utilizados, y su relación con los modos de vida y actividades productivas. Para la etapa de síntesis se elaboraron dos matrices comparativas que permiten realizar rápidamente un diagnóstico de los casos analizados. De este modo, se profundiza en el conocimiento de diferentes aspectos: constructivos y funcionales de la vivienda; infraestructura y servicios; recursos materiales y humanos disponibles; sociales, usos y costumbres. Se observaron distintas modalidades constructivas, con variaciones y reemplazos de algunos materiales, aunque coincidiendo en todos los casos en el uso de la *tierra* como elemento constante.

ABSTRACT

A systematic survey was carried out in six cattle farmers located in the dry zone of 25 de Mayo District, in San Juan Province; in order to know deeply their building ways, and starting from this, to develop better proposes with the intention of giving some contributions to the solution of problems, such as habitability, marginality and unsatisfied basic needs, that nowadays



these little rural communities living in the San Juan arid are suffering. For its survey was used two charts designed by CYTED Program complemented with another five elaborated by our own. The problematic was broached as a complex whole, therefore were taking into account strictly technological aspects as well as the socio-cultural and productive- economic ones. With the support of a satellite locator (GPS) were obtained the exactly geographical coordinates of each farm, which were put into the respective digital map, and as data incorporated into the charts. During the analyze phase of the dwellings were emphasized the study of typologies and its spatial features, the usages and functional organization, the materiality and building systems used, and its relationship with the ways of life and productive activities. For the summering phase were elaborated two comparative matrixes, which allow a quickly diagnose of the analyzed cases. In this way, was going deeper into the knowledge of different aspects: building and functional of the dwelling, infrastructure and services, available material and human resources, social, usages and habits. Different building modalities were distinguished, with variations and replacement of some materials, but coinciding in every case with the use of *earth* as constant element.

RELEVAMIENTO DE PUESTOS

Fichas Informativas: El proceso de sistematización de los datos recogidos en el relevamiento "*in situ*", se realizó a partir de la utilización de siete fichas temáticas (Ver Tabla 1).

ELABORACIÓN	FICHA	TEMA	FIGURA
CYTED	A	<i>Imagen de conjunto. Sistemas Constructivos</i>	1
	B	<i>Información complementaria del Sistema Constructivo</i>	
IRPHa	Nº 1	<i>Localización y Entorno</i>	2 y 3
	Nº 2	<i>Documentación Gráfica de la vivienda</i>	
	Nº 3	<i>Aspecto Espacial y Constructivo</i>	
	Nº 4	<i>Infraestructura de Servicio</i>	
	Nº 5	<i>Aspectos Sociales y Costumbres</i>	

Tabla 1. Descripción de las fichas temáticas utilizadas para el relevamiento

Área de Estudio: Se localiza al sureste de la Provincia de San Juan, en el Dpto. 25 de Mayo, al margen de la Ruta Nº 147, a una altitud de 600 m snm. Diferentes huellas vinculan a los puestos; dispersos en el territorio, distantes unos 5 Km. entre uno y otro. Mediante un GPS se ubicó cada puesto con sus coordenadas geográficas y cartesianas. Las mismas fueron volcadas en la Ficha Nº 1 y en un archivo de AutoCadMap.



ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA VIVIENDA RURAL

Terreno:

El paisaje natural es plano y árido, de suelo principalmente arcilloso, con áreas arenosas. No posee infraestructura de servicios, y no existen perspectivas de una futura instalación debido a las grandes distancias, a la dispersión de las viviendas y a los problemas de tenencia del suelo. La falta de agua corriente, de canales de riego y la profundidad de las napas subterráneas (aprox. 300m) motivan la recolección en represas, del agua de crecientes durante la época de lluvias estivales.

Unidad Productiva:

Los puestos desarrollan actividades ganaderas, principalmente de tipo caprino, orientadas a la venta de animales, y en menor escala a la elaboración de derivados. La producción agrícola no se realiza, a causa de la escasez de agua superficial y precipitaciones. La presencia de animales sueltos lleva a proteger el área que circunda la vivienda con un límite perimetral materializado con ramas, caña, alambre o chapa; a fin de generar un espacio abierto en el cual recrear el verde. Los elementos que componen la unidad productiva más cercanos a la vivienda suelen ser el horno de barro y la cisterna; en una zona más retirada se ubica los corrales, y el depósito que varía en dimensiones según el puesto. Más alejado de la vivienda está la represa, lo cual representa una dificultad a la hora del traslado del agua hasta los reservorios.

Vivienda:

Los habitantes de esta zona rural muestran una clara comprensión de su ambiente, y las viviendas autoconstruidas responden eficazmente la satisfacción de sus necesidades, tanto espaciales como funcionales. Los problemas que presentan son de índole sanitaria e higiénica, como la proliferación de insectos (vinchucas) y la acumulación de suciedad debido a las terminaciones no uniformes de los materiales de construcción; la insuficiente ventilación de espacios expuestos a los gases contaminantes del fuego y braceros; la falta de baños, y a veces hasta de letrinas.

- **Análisis Morfológico: Tipología y Espacios**

Las viviendas cuentan con espacios cerrados y espacios de transición como las galerías, que constituyen el nexo entre el interior y el exterior. En general tienen una tipología compacta y planta rectangular, los ambientes también son rectangulares, guardando una relación entre las partes y el



todo. En los elementos verticales que actúan como límites espaciales predomina el lleno sobre el vacío (pocas aberturas y de tamaños reducidos). Los techos poseen una pendiente muy suave, y su altura está condicionada por la longitud de los horcones de algarrobo, en los que apoya la estructura de rollizos.

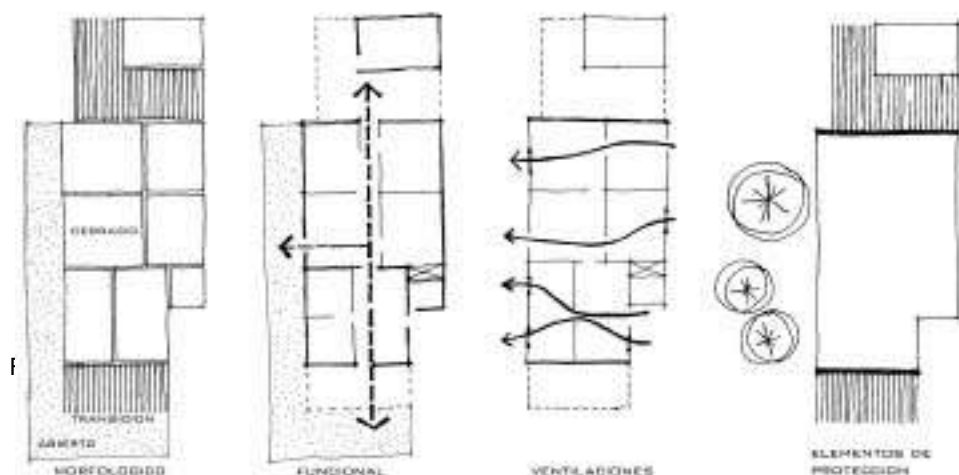
- **Análisis Funcional: Usos Espaciales y Organización Funcional.**

Las actividades domésticas trascienden los límites propios de la vivienda y el entorno inmediato juega un papel activo para su desarrollo. Por ello la *galería*, que funciona como espacio integrador y distribuidor; es el lugar de mayor permanencia y posee múltiples usos (privados, sociales y de servicios). En la época invernal la *cocina* pasa a ser el espacio principal, debido a la necesidad de ahorro de combustible para calefacción. Los *dormitorios* se vinculan en forma variada, ya que generalmente son construidos en diferentes etapas de ampliación de la vivienda.

- **Análisis de Relación con el Ambiente.**

Las viviendas se desarrollan sobre el eje Este–Oeste, favorable para lograr ventilación cruzada Norte–Sur, y buen asolamiento. Los dormitorios tienden a ser orientados hacia el Sur o el Este. La orientación Oeste es negada por la mayoría de las viviendas, debido a la necesidad de protegerse del viento Zonda, y de controlar las altas temperaturas en verano. Se utilizan algunos elementos naturales y constructivos de adaptación al clima, para proveer protección solar y eólica, tales como *arboledas*; *galerías*; *aleros*; *pocas y pequeñas aberturas*.

La Fig. 4 representa los esquemas de los análisis realizados.



Las viviendas relevadas fueron construidas en el año 78, después del terremoto y muestran las patologías propias de la falta de mantenimiento, del paso del tiempo y de la agresión de los factores climáticos como lluvias y vientos. Los cerramientos verticales son materializados con quincha, que en algunos casos es combinada con adobe. Algunos tienen aberturas que se cubren con caña embutida a modo de celosía fija, proveyendo simultáneamente ventilación y protección solar. La carpintería es de madera sin tratamiento, de diversos tamaños y deficiente confección artesanal. Los techos son de estructura de rollizos que apoyan sobre horcones o columnas de adobe. La cubierta es de caña, barro y paja; como aislación hidrófuga se utiliza polietileno negro, ocasionando inconvenientes por la falta de adherencia entre este material y el barro. Los sistemas constructivos utilizados por el común de los puestos del sector se analizan y evalúan en la Tabla 2.

SISTEMA	ELEMENTOS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Adobe	Bloques de barro y paja secados al sol	<ul style="list-style-type: none"> * No necesita cocción. * Elaboración artesanal. * Materiales accesibles. * Favorable respuesta al viento, fuego y radiación solar. * Buena durabilidad. * Por su baja conductividad posee alta inercia térmica. 	<ul style="list-style-type: none"> * Escasa resistencia a la humedad y a la lluvia. * La terminación irregular representa un problema con los insectos. * Regular resistencia sísmica; acrecentado si es empleado de sogas.
Quincha	Cañas atadas y barro. Variante: ramas de chañar.	<ul style="list-style-type: none"> * No necesita cocción. * Materiales disponibles en el lugar. * Elaboración artesanal. 	<ul style="list-style-type: none"> * Problema con la humedad y la lluvia. * No es resistente al fuego, ni a la compresión, ni al impacto. * Habitualmente afectada por insectos. * No posee buena durabilidad.
Cubierta de caña y rollizos	Rollizos de álamo, caña y barro. Variante: el agregado de cemento.	<ul style="list-style-type: none"> * Liviana respecto a la losa de H^o A^o * Permite utilizar materiales del lugar. * Si el exterior es pintado de blanco, es eficaz para controlar la incidencia de la radiación solar. 	<ul style="list-style-type: none"> * Escasa resistencia a la lluvia, a la humedad y al fuego. * Baja resistencia térmica. * Cuenta con intersticios que alojan insectos como vinchucas.

Tabla 2. Características, Ventajas y Desventajas de los Sistemas Constructivos.

SINTESIS: TABLAS COMPARATIVAS

La información más relevante de cada una de las fichas se concentró en dos matrices comparativas. Una registra los aspectos relativos a la vivienda y la unidad productiva; y la otra los aspectos sociales, usos y costumbres. La síntesis de los datos facilita el análisis posterior de los casos y permite obtener una visión general de la situación, tal como lo muestra la Fig. 5.



CONCLUSIONES

Con excepción del puesto 1 y 5 las tipologías de vivienda son compactas, lo cual es adecuado para el clima local. Los techos son de caña y barro exceptuando el puesto 3, que no corresponde a los tipos de construcción habituales en la zona. Los muros son indistintamente de quincha, de adobe o ambos combinados. El 50% usa letrina y pozo de agua, el 100% posee horno de barro y corrales, y el 84% abastecen represas con las lluvias estivales. Los puestos 3 y 4 están habitados por familia numerosa, y los 4 y 6 son propietarios de las tierras. Sólo en el puesto 2, se llevan a cabo tareas de mantenimiento de la vivienda.

Si bien la muestra seleccionada es pequeña, el análisis efectuado permite inferir que es perfectamente factible la aceptación por parte de los puesteros, de tecnologías apropiadas con uso de tierra, que mejoren sus duras condiciones de vida.

BIBLIOGRAFÍA

- | | | |
|--|------|---|
| VIÑALES Graciela,
MARTINS NEVENS
Carlos, FLORES Mario | 1994 | ARQUITECTURA DE TIERRA EN IBEROAMÉRICA. Habiterra. Programa de Ciencia y Técnica para el Desarrollo. Primera Edición. Editorial Escala. Bogotá, Colombia. |
| ALBARRACIN Osvaldo,
BLASCO Irene, PRINGLES Alicia, GENTILE
Gustavo | 2002 | VIVIENDA SOCIAL DE CARÁCTER RURAL Y SEMI-RURAL EN REGIONES ÁRIDO SÍSMICAS. LA TIERRA CRUDA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HÁBITAT. Memoria del 1° Seminario-Exposición. FAU – Universidad Nacional de Tucumán. |
| RE Guillermina | 2003 | VIVIENDA RURAL Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS EN UNIDADES PRODUCTIVAS DE LA LOCALIDAD DE 25 DE MAYO. Informe de Beca CICITCA-UNSJ. IRPHa-FAUD. |



Autores

Guillermina Re: Arquitecta. Becaria Interna de Investigación y Creación, del CICITCA, Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de San Juan en la Categoría Estudiantes Avanzados (año 2003). Arquitecta desde 2003. Actual Becaria de Iniciación en el Proyecto FONCYT PICT 13059, en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). Av. Ignacio de La Roza y Meglioli s/n – Rivadavia – 5400 San Juan. Tel.: +54(0)264 423 2395 Int. 349 – Fax: +54(0)264 423 5397 - <http://www.irpha.com.ar> - Email: guire@uolsinectis.com.ar

Irene Blasco Lucas: Msc. Arquitecta. Co-Directora de la Beca de CICITCA-UNSJ y actual Directora de Beca de la Arq. Re. Profesora Titular Ordinaria desde 1990. Directora de Proyectos de Investigación financiados por FONCYT (PICT 13059) y CONICET (PIP 03007/00). Docente en la Cátedra *Taller de Arquitectura IV-B*, desde 1999. Responsable del Módulo *Aridez* en la *Maestría en Arquitectura de Zonas Áridas y Sísmicas*. Consejera Directiva, Presidenta de la Comisión de Investigación Creación y Posgrado del Consejo Directivo de la FAUD, integrante del Consejo de Investigación del IRPHa y del Programa Investigar de la FAUD-UNSJ. E-mail: iblasco@farqui.unsj.edu.ar.

Oswaldo Albarracín: Arquitecto. Director de la Beca de CICITCA-UNSJ y actual Co-Director de la Arq. Re. Profesor Adjunto Interino. Co-Director de Proyecto PIP 03007/00 financiado por CONICET e integrante del Grupo Responsable de Proyecto PICT 13059 financiado por FONCYT. Docente en las Cátedras *Construcciones II* y *Vivienda de Interés Social*. Consejero Directivo Suplente de la FAUD. Integrante del Consejo de Investigación del IRPHa. E-mail: oalbarra@farqui.unsj.edu.ar



PISOS Y SOLADOS CON TIERRA ESTABILIZADA PROTOTIPOS PARA LA VIVIENDA DE BAJO COSTO

Alex Schicht - Juan Carlos Patrone- Rodolfo Rotondaro

Resumen

Se trabaja en el desarrollo experimental de componentes y elementos constructivos de bajo costo para pisos y solados, con empleo de tierras estabilizadas, para aplicar en el contexto de la vivienda de Interés Social. Se consideran distintos espesores, técnicas constructivas y terminaciones de la capa de desgaste. Se construyen probetas y prototipos de baldosas y paños, en laboratorio y en campo, en Buenos Aires y Tucumán. Se realizan ensayos y se evalúa el comportamiento mecánico de los prototipos, así como su costo comparativo con las soluciones tradicionales.

Abstract

Earth floors prototypes for social housing are building and testing in Buenos Aires and Tucumán, Argentina. This research proposes to develop low-cost elements to improve the social dwellings traditional floors, which presents durability and quality serious problems. Has been built floor and fine square tile prototypes using a soil called "tosca", alone and mixed with cement, lime and sand. Were been obtained preliminary results on the behaviour of abrasion, flexion and simple compressive strength, and water absorption, as well as the performance of the finishing coats.

Presentación

Esta investigación se originó y es desarrollada en distintos ámbitos del país por equipos de trabajo que comparten propósitos y objetivos, y se intercambian resultados.

El punto de partida tiene su definición en el desarrollo experimental de componentes y elementos constructivos con empleo de la tierra cruda como material base, y el contexto de aplicación de los resultados es el campo de la vivienda de Interés Social, en especial la franja de población argentina bajo la línea de pobreza.

La situación particular del elemento "piso" en la vivienda de interés social se caracteriza en general por la carencia de soluciones higiénicas y dura-



bles. Es un elemento que en la mayoría de los casos no es tratado con la misma atención que muros y techos, y es habitual que se deje para el final, se resuelva en forma inadecuada o que no se resuelva en muchos años. La situación mencionada antes motivó esta línea de trabajo, que presenta actualmente avances preliminares.

El objetivo principal es la investigación y el desarrollo experimental de prototipos de laboratorio y de campo para componentes constructivos de pisos, con empleo de tierras y tierras estabilizadas. Se pretende un costo y una complejidad posibles para aplicar y transferir en contextos socio-culturales con pobreza e indigencia, en próximas etapas. Intervienen equipos de trabajo en Buenos Aires (CONICET, FADU UBA); en Don Torcuato, provincia de Buenos Aires (Asociación Civil El Progreso y ONG SEDECA); Florencio Varela, provincia de Buenos Aires (Grupo Construcción con Tierra, Municipalidad de Florencio Varela); y Tucumán (CRIATIC, FAU UNT).

La investigación en la Universidad de Buenos Aires

La presente investigación se inició con la identificación de los problemas referidos al elemento "piso", en el contexto de la vivienda de sectores de población bajo la línea de pobreza del Gran Buenos Aires (características de mano de obra, materiales, técnicas, complejidades).

Se identificaron en particular los problemas intrínsecos de cada tipo de solado, analizando soluciones tradicionales, en particular las autoproducidas. Se codificaron los prototipos de acuerdo a la siguiente nomenclatura: Piso: como Elemento Constructivo (EC) constituido por los siguientes Componentes: C01 Contrapiso (sustrato), C02 Capa Aisladora Horizontal (generalmente en interiores) y C03 Solado (terminación superficial).

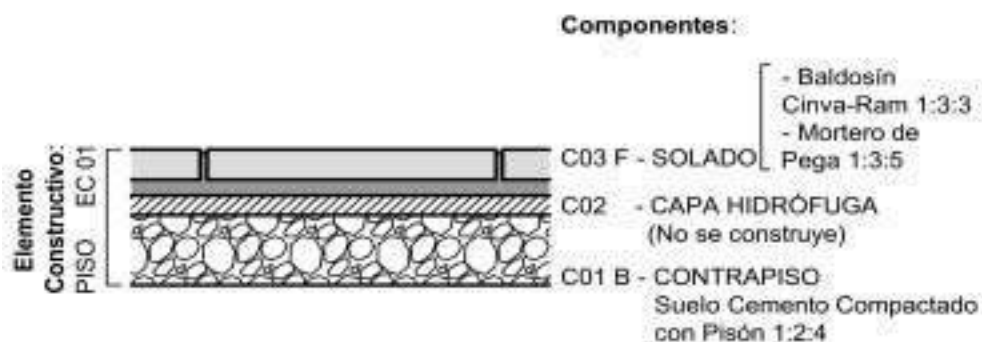


Figura 1: Esquema de combinación de Componentes del Elemento Constructivo Piso

Esta identificación de los componentes también se utilizó en la determinación de los costos, ya que permite obtener una lectura más clara al comparar las soluciones tradicionalmente utilizadas con las alternativas en suelo-cemento (Enteiche, 1963) Para la determinación de los costos se han utilizado dos métodos con diferentes variables y se han obtenido valores mínimos y máximos de mercado, intentando ajustar los mismos a las condiciones reales y cotidianas de la autoconstrucción.

Selección de materiales y mezclas

Se emplea la "tosca", tierra comúnmente utilizada como material de relleno y disponible en corralones de materiales, como insumo base para fabricar los materiales. La tosca se analizó siguiendo las recomendaciones de varias cartillas técnicas de ensayos y evaluaciones simples (Hernández R. y otro, 1983; Sosa, 2001).

El ensayo simple de sedimentación arrojó valores de 51% de arena fina y el resto de finos, estimándose un porcentaje de arcilla medio (el ensayo de Alcock mostró una contracción lineal de casi el 10%). En el ensayo de dureza con las pastillas 4 cm. de diámetro, éstas no pudieron ser rotas con las manos; al ser humedecido el material se presentaba muy moldeable y una sensación de bastante pegajosidad en el ensayo del lavado de manos.

Inicialmente se definieron 6 materiales para la construcción de las probetas, con diferentes dosificaciones en volumen de tosca, arena y cemento tipo Pórtland, de acuerdo a la siguiente tabla:

MATERIAL	PARTES EN VOLUMEN		
	SUELO	ARENA	CEMENTO
M1 - SUELO NATURAL (50% limo-arcilla / 50% arena fina-media)	1		
M2 - SUELO MEJORADO (25% limo-arcilla / 75% arena fina-media)	1	1	
M3 - SUELO NATURAL ESTABILIZADO (9,1% de cemento)	10		1
M4 - SUELO NATURAL ESTABILIZADO (14,3% de cemento)	6		1
M5 - SUELO MEJORADO Y ESTABILIZADO (9,1% de cemento)	5	5	1
M6 - SUELO MEJORADO Y ESTABILIZADO (14,3% de cemento)	3	3	1

Los seis materiales fueron ensayados y evaluados en laboratorio, con moldes diseñados para tal fin, de madera pintada y de aglomerado melamínico. Como desmoldante se utilizó una pomada realizada con parafina diluida con querosén que dio muy buenos resultados.



Los ensayos y evaluaciones realizados fueron: Peso específico, Contracción lineal, Contracción volumétrica, Grietas y fisuras, Sonoridad, Dureza, Cohesión, Absorción de Humedad, Goteo, Compresión y Flexión. Al hacer una lectura comparativa de los resultados obtenidos se pudo concluir que los materiales con alto contenido de finos al ser estabilizados con cemento (materiales M3 y M4, sin arena) empeoraban sus resistencias mecánicas hasta en un porcentaje del 15% de cemento en volumen. Además, elevan su costo. A partir de los ensayos de Dureza, Cohesión, Compresión y Flexión se observan resultados notables con M1 (tosca sin modificar) incluso en algunas probetas mejores que el material M6 (tierra corregida y estabilizada con 15% de cemento en volumen) comparados con los otros materiales. Es decir, un resultado preliminar es que el material más caro y el más barato tienen similar comportamiento. Sin embargo en los ensayos en que los materiales son sometidos a la acción del agua (Goteo y Absorción de Humedad por Inmersión) los materiales sin estabilizar (M1 y M2) tuvieron muy poca resistencia mecánica.

Los valores cualitativos y cuantitativos obtenidos mediante los ensayos y observaciones mencionadas permiten sostener que para mejorar las propiedades de resistencia mecánica de la Tosca elegida, la estabilización con cemento tipo Pórtland debería superar el 10% en volumen y complementarse con un mejoramiento con arena de alrededor del 25-30%.

Diseño de prototipos

A partir del ensayo comparativo de la tosca tamizada con otros cinco materiales, se diseñó un grupo de prototipos de componentes constructivos que se agruparon de la siguiente manera:

Componentes:

C01 Contrapiso	C01 A – Colado
	C01 B - Compactado
C02 Capa Hidrófuga	Aún no se ha investigado
C03 Solado	C03 A – Baldosines Comprimidos en Prensa Cinva-Ram
	C03 B – Baldosa-Bloque
	C03 B I – Colada
	C03 B II – Compactada
	C03 C – Paño Colado Alisado de Suelo-Cemento



Prototipos preliminares

Del componente C03 A – Baldosines Comprimidos en Prensa manual tipo Cinva-Ram se fabricaron prototipos de 14x28x4,5 cm con el objetivo de investigar su técnica constructiva. Se mantuvieron constantes las dosificaciones en la capa de desgaste (1:1 cemento-arena) y en la mezcla del cuerpo del baldosín (1:3:3) y se establecieron como variables el espesor de los mismos, de 20 a 50mm; el contenido de humedad en las mezclas; y los desmoldantes utilizados. Se analizó el comportamiento del contramolde de chapa plegada, colocado en el fondo de la caja de la prensa y la manipulación de los baldosines luego de comprimidos.



Figura 2: Baldosines comprimidos en Prensa Cinva-Ram

El empleo de desmoldante generó algunas dificultades debidas, en apariencia, al efecto de la compresión de la mezcla. La mezcla de la capa de desgaste absorbe parte del mismo y por lo tanto se adhiere al contramolde. Se han obtenido mejores resultados al espolvorear el contramolde con un poco de cemento, ya que éste luego de la compresión se incorpora, aparentemente, a la capa de desgaste debido al contenido de humedad en la misma, sin adherir al contramolde.

Para evaluar los baldosines, a los 28 días de edad, se realizaron ensayos a partir de la norma IRAM 1522 (1977) "Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana". Para tal fin se diseñaron y probaron dispositivos específicos para los ensayos de Flexión, Rotura por choque y Desgaste por abrasión. Para medir el desgaste por abrasión, que en la Norma IRAM 1522/71 se emplea la Máquina Dorry, se construyó un dispositivo que si bien no permite homologar los resultados con los requeridos en la Norma mencionada, posibilita la comparación de resistencias entre los diferentes materiales ensayados.

Se aseguraron idénticas condiciones en cada una de las variables: granulometría del abrasivo, presión ejercida en la zona ensayada, velocidad de rotación del abrasivo y duración del ensayo. El dispositivo (figura 4) mantiene firme un taladro con posibilidad de desplazamiento en la dirección vertical sobre el eje Z, de esta manera la presión ejercida sobre las probetas fue siempre la del peso propio del taladro (2,460 KG). Para determinar la mejor granulometría del abrasivo se realizaron ensayos con lijas N° 60 y N° 100. La velocidad de rotación del taladro fue fijada, mediante el variador de velocidad, casi en el mínimo del mismo. Al establecer una velocidad de rotación y un tiempo constante para todas las muestras fue emulado, de cierta manera, el recorrido constante determinado en la Norma IRAM 1522/71.



Figura 3: Dispositivo para ensayo de Desgaste por Abrasión

Prototipos preliminares de campo

Se construyeron dos prototipos de Campo en el centro vecinal "El Progreso", en Bancalari, Gran Buenos Aires, con las siguientes características:

- carpeta de desgaste (C03 C, Figura 4) en forma de paño alisado de suelo-cemento, sobre contrapiso firme, de 4cm de espesor, con una mezcla 1:1,5:1,5 (cemento-arena-suelo). Se preparó con agua suficiente para permitir su colado, y luego de este trabajo fue regleada y fratazada. Se dejó secar 1 hora y se llaneó sobre el mismo una lechada de cemento.

A partir de la evaluación cualitativa realizada es posible concluir que en espesores menores a los 2.5 cm., la carpeta de suelo-cemento puede fisurarse y/o agrietarse luego del fragüe. Sería recomendable utilizar tierra tosca tamizada con malla menor a 4.2mm, para evitar que los terrones produzcan un rayado de la superficie.



Figura 4: Prototipo de campo en Bancalari

- Contrapiso de suelo-cemento C01B, compactado manualmente en dos capas de 5 a 7 cm. de espesor cada una, con una dosificación de mezcla de 1:2:4 (cemento-arena-suelo).



El trabajo en Florencio Varela

En el prototipo de vivienda de Interés Social con tecnología de tierra que se construye en Florencio Varela, que dirige uno de los autores (Patrone), se construyeron distintos tipos de pisos y contrapisos. Los prototipos incluyen a contrapisos en suelo-cal y suelo-cemento, y a baldosas de suelo-cemento. El diseño de los prototipos se basó en el empleo de tierra estabilizada, con un objetivo preciso de bajar costos relativos y de ensayar elementos constructivos para pisos acordes con la propuesta tecnológica de esta vivienda.

Para los contrapisos de suelo-cal se emplearon tres tipos de dosificaciones:

- A. 10:1 (10 de tierra "tosca", descarte de la tierra para muros tamizada-1 de cal hidratada en polvo);
- B. 10:3:2:1:1/4 (10 de "tosca" ídem anterior; 3 de arena fina; 2 de piedra partida; 1 de cal hidratada en polvo y 1/4 de cemento tipo Pórtland)
- C. 7:3:2:1:1/8 (7 de "tosca" ídem anterior; 3 de arena fina; 2 de piedra partida; 1 de cal hidratada en polvo y 1/8 de cemento tipo Pórtland).

Los dos primeros tipos de contrapiso fueron colados y regleados sobre el terreno entoscado de la vivienda, en el interior de la misma, previa colocación de una membrana de nylon de 100 micrones de espesor como aislante.

En la evaluación cualitativa inicial se pudo observar que el tipo A presenta una resistencia aceptable a la compresión pero muy pobre resistencia al desgaste por abrasión, que lo descalifica técnicamente. Además, considerando un tiempo entre la ejecución de contrapiso y piso mayor a 10 días, no es aconsejable su ejecución. El tipo B presenta muy buenos resultados tanto en su resistencia a la compresión como a la abrasión, tuvo una notable menor contracción que el prototipo anterior.

El tipo C presenta buenos resultados tanto a compresión como a la abrasión, aunque con diferencias marcadas: algo más blando que el B; su aspecto superficial es más homogéneo; necesita mayor tiempo de fragüe.

Las tierras toscas utilizadas tienen predominancia de finos (casi un 50% de finos en volumen según ensayos sensoriales de sedimentación in situ).

La posibilidad de utilizar la tierra de descarte del tamizado y la técnica de colado del material presentan como ventajoso que requieren menor tiempo de ejecución (lo cual puede colaborar en la reducción de los costos).



Otro prototipo preliminar que se construyó fue un contrapiso de suelo-cemento apisonado, con una proporción 11:1 en volumen (tierra "tosca" tamizada, cemento tipo Pórtland), que presenta un excelente resultado tanto a la compresión como a la abrasión, aunque con dificultades: al colocarlo sobre la membrana de nylon resulta difícil no dañarla con el apisonado; es más lenta su ejecución; y tiene un costo más elevado que los contrapisos mencionados antes.

El piso monolítico de suelo-cemento colado se construyó en tres capas sucesivas, con un espesor total de 55 mm. Las capas se ejecutaron en operaciones sucesivas en función del fragüe de la primera y segunda capa, con las siguientes dosificaciones:

-primera capa: espesor de 3 cm, con 2:2:4:1,5:1.5 (tierra tamizada, arena fina, piedra partida, cal hidratada en polvo, cemento tipo Pórtland),

-segunda capa: espesor de 2 cm, con 1:3:1:1 (tierra tamizada, arena fina, cal hidratada en polvo, cemento tipo Pórtland);

-tercera capa: espesor de 3 mm, con 1 parte de cemento, agua y Ferrite necesario para definir la coloración.

La ejecución presentó algunas dificultades en el llaneado de la capa final, por la velocidad del fragüe de la misma que se tradujo en cierta desprolijidad de terminación. Se solucionó aumentando la humedad del contrapiso. Se realizó un curado durante 7 días y transcurridos 60 días de realizado el prototipo no presentó cambios ni alteraciones. La observación y evaluación cualitativa es en general optimista, a pesar de que se produjo una fisura parcial por contracción de secado a los 30 días de edad.

Se están diseñando y construyendo prototipos de baldosas con dos capas, el cuerpo principal con suelo-cemento y su terminación con refuerzos de cemento y coloración con Ferrite.





Figura 5: prototipos en vivienda de Florencio Varela

Dificultades.

Existen limitaciones de equipamiento para la identificación y ensayos precisos de materiales y de resistencias mecánicas, tanto en la universidad como en Florencio Varela. Por otro lado, en la búsqueda de antecedentes se detecta en general que existe poca información publicada del tema, y los relevamientos a campo tienen algunas dificultades vinculadas con la seguridad de los investigadores que obligan a acotar los mismos.

En el estudio preliminar de los costos relativos hay una gran variabilidad de precios a nivel local que complica y confunde las comparaciones entre los costos elaborados para la construcción tradicional con los de la autoconstrucción de vivienda.

Comentarios finales.

El grado de avance en Tucumán es el diseño de prototipos de pisos interiores y exteriores con tierras estabilizadas, con técnicas de compactación y de colado, para contrapiso y terminaciones. Los prototipos serán parte del edificio del CRIATIC, Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, y forman parte de sus actividades.

Los resultados preliminares de la investigación, si bien no permiten evaluar aspectos definitivos para una transferencia de los componentes y elementos, muestran algunos datos importantes para continuar la investigación, el



diseño de prototipos de laboratorio y campo, y conocer la eficiencia y las limitaciones de materiales, muestras y equipos disponibles.

La llamada "tosca" es una tierra ya empleada como material, existente en el Gran Buenos Aires en tosqueras y cortes del terreno natural por obras de infraestructura urbana. Su adecuación y empleo en la fabricación de elementos constructivos podría generar algunas alternativas posibles para la auto producción de la vivienda, tanto porque su utilización sería posible como porque podría generar mejoras en el campo de la salud humana y en la generación de empleo a nivel barrial.

El diseño de dispositivos para ensayos mecánicos y una evaluación de resistencias adecuada para estos elementos (en particular interesa el desgaste por abrasión) plantea un desafío en el sentido de poder homologar los dispositivos normalizados.

En la etapa actual de la investigación de conjunto (UBA, Florencio Varela, Bancalari y Tucumán) se pueden prever resultados experimentales favorables a los objetivos propuestos: lograr componentes y elementos constructivos de bajo costo y de baja complejidad tecnológica que puedan ser útiles para mejorar las condiciones de durabilidad y salubridad en el habitat autoproducido.

Bibliografía

- | | | |
|--|------|---|
| ENTEICHE, Augusto | 1963 | SUELO-CEMENTO, SU APLICACIÓN EN LA EDIFICACIÓN. Publicación Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento, Bogotá, Colombia. |
| HERNANDEZ RUIZ, Luís Enrique; MARQUEZ LUNA, José Antonio | 1983 | CARTILLA DE PRUEBAS DE CAMPO PARA SELECCIÓN DE TIERRAS EN LA FABRICACIÓN DE ADOBES. Oficinas Editoriales CONESCAL, A.C., México D.F., México, 72 pp. |
| I.R.A.M. Norma N° 1522 | 1971 | BALDOSAS AGLOMERADAS CON CEMENTO CON CARA VISTA PLANA. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Rep. Argentina, 20 pp. |



SOSA, Mirta Eufemia

2001 **PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN
DE LA TIERRA, PRUEBAS PRELIMINA-
RES Y ANÁLISIS DE LABORATORIO.**
Publicaciones LEME/CRIATIC, FAU-UNT.
S.M. de Tucumán, Rep. Argentina, 20 pp.

Autores

Alex Schicht: Arquitecto, FADU-UBA. Becario CONICET. Cursa Maestría de Diseño Arquitectónico Avanzado FADU-UBA. Tel: 011-1554194099 / e-mail: alexschicht@hotmail.com

Juan Carlos Patrone: Arquitecto FADU-UBA. Trabaja desde 1976 en forma independiente, en distintas empresas y organismos estatales en proyecto, dirección y construcción de viviendas, industrias, escuelas y restauración de edificios. En el año 2001 inicia investigaciones sobre arquitectura y construcción con tierra. Está a cargo del prototipo de vivienda de la Municipalidad de Florencio Varela. Tel: 011-4253-1651 / e-mail: argpa@yahoo.es

Rodolfo Rotondaro: Arquitecto, CONICET/FADU-UBA. Trabaja desde 1985 en el tema Arquitectura de Tierra en la Argentina, en proyectos y obras vinculados al Patrimonio y al desarrollo tecnológico. Es Miembro del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATIC, Tucumán, y miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED HABYTED. Tel. 011-45740398 / e-mail: rotondar@escape.com.ar



**ARQUITECTURA DE TIERRA Y TECNOLOGÍA
EN EL NOROESTE ARGENTINO**

Diseño por durabilidad de revoques y revestimientos
en construcciones de tierra

Adolfo Rodrigo Ramos

Resumen

Se presentan resultados de una investigación sobre patologías constructivas en edificios de tierra de más de 200 años de antigüedad, en zonas rurales de Argentina. La iglesia de San Ignacio (Tucumán), la Posta de Hornillos (Jujuy), la Casa-hacienda en Yavi, (Jujuy), y otros de antigüedad similar.

Anteriormente se presentó el diagnóstico del estado patológico de dos edificios (Ramos et. al, 2002); por medio de matrices de comparación y gráficos que reflejan la evolución de las lesiones. Además se desarrollaron los procedimientos de estudio de revoques (Ramos et. al, 2003b).

En esta oportunidad se presentan los resultados de la interpretación física de los deterioros en los sectores monitoreados, evaluando las diversas soluciones practicadas. A partir del análisis se proponen mejoras tecnológicas para tales elementos, desde una postura metodológica que involucra tanto al material como la morfología de las soluciones constructivas.

En las conclusiones se establece una evaluación de la aplicabilidad de estas mejoras en las condiciones de realización de la obra de tierra, y de prospectivas futuras en el diseño por durabilidad como una vía posible de búsqueda para el mejoramiento tecnológico de la arquitectura de tierra en diferentes ambientes.

Esta investigación es posible gracias al apoyo material y financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET; el Centro de Estudios Indígenas y Coloniales, CEIC, dependiente de la Universidad Nacional de Jujuy; el Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra, CRIATIC, dependiente de la Universidad Nacional de Tucumán; y la Universidad Nacional de Buenos Aires.

Abstract

This communication contains results from research about constructive damages in earthen and heritage buildings. There are the San Ignacio's church (at Tucumán), the historical post horses at Hornillos, Jujuy; and finally the House of Marqués at Yavi, Jujuy.



Before we present (Ramos et. al. 2002) the diagnostic about construction damages from two buildings. This with help of diagrams and comparative tables. Furthermore is developed the methodology for render mortar study (Ramos et. al, 2003b).

In this work it presents the results from physical explanation about the damages in several constructive details performed at three areas of buildings. Based in this analysis, we propose technologic improvements that involved material and morphology.

At conclusions its value the applicability of this proposals in ground of earthen construction, the future possibilities in design with durability like a possible way for improvement technological, research and development in earthen architecture at several environments.

This research is possible thanks to economic and material support of National Council of Scientifics and technical Research (CONICET Argentina); the Indigenous and Colonial Centre of Studies (CEIC) dependent of Jujuy National University; the Regional Centre of Research in Earthen Architecture (CRIATIC) dependent of Tucumán National University; and the Buenos Aires University (UBA).

¿CUÁL ES EL CAMINO TECNOLÓGICO PARA LA ARQUITECTURA DE TIERRA?

En esta ponencia se intenta reflexionar sobre el significado de la tecnología en el ámbito de la vivienda de interés social, en un medio rural o urbano. ¿Tecnología es empleo de cemento? ¿Es empleo de chapa y materiales más durables? ¿Cómo podemos hablar de mejoramiento tecnológico de la durabilidad sin utilizar esos productos de la tecnología? Emplearemos el concepto de tecnología no solo como técnica sino como actitud práctica enriquecida con conocimiento científico. La investigación desarrollada en las patologías constructivas de tres edificios de tierra en microambientes diferentes, con una observación y monitoreo de las variables características de sus envejecimientos, nos permite construir una propuesta tecnológica desde el diseño.

Hipótesis y objetivos

Nuestra hipótesis es que se pueden utilizar los patrones de deterioro de la construcción con tierra en beneficio de un desgaste diferencial que facilite el mantenimiento y por ende la durabilidad del conjunto. A esto llamamos diseño por durabilidad. El objetivo es proponer tres soluciones constructivas alternativas en estos contextos que prolonguen la vida útil de los elementos constructivos involucrados.



Tres microambientes, tres cuadros de exigencia climática

Las principales características de los agentes atmosféricos en las tres zonas han sido analizadas en Ramos et. al (2003b: 51-55). Se complementa esa información con la tabla comparativa 1.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LOS EMPLAZAMIENTOS			
Edificio	San Ignacio	Posta de Hornillos	Casa del Marqués
Zona bioambiental(1)	Cálida	Templada fría	Fría
Región fitogeográfica	Piedemonte oriental de cordones serranos externos	Prepuna	Puna
Temperaturas verano	TMáx-med: 31.12°C TMín-med: 18.12°C (2)	TMáx-med: 35.00°C ⁴ TMín-med: 8.20°C ³	TMáx-med: 21.40°C TMín-med: 7.80°C
Temperaturas invierno	TMáx-med: 23.50°C TMín-med: 6.62°C	TMáx-med: 20.20°C(3) TMín-med: -11.50°C (4)	TMáx-med: 16.00°C TMín-med: -5.60°C (5)
Amplitud térmica	13°C (verano) 16.88°C (invierno)	26.80 °C (verano) 31.70 °C (invierno)	13.60 °C (verano) 21.60 °C (invierno)
Precipitaciones	Máx. 142.9 mm(Feb) Mín. 3.3 mm (Ago)	Máx. 50 mm(En-Feb)	Máx. 70 mm (verano) Mín. 0 mm (invierno) ³
Características de la precipitación	Violentas descargas en verano Lloviznas en invierno	Violentas descargas combinadas con acción eólica en verano Descargas medias con acción eólica en invierno	Violentas descargas en verano con granizadas y acción eólica combinada
Vientos predominantes	9Km/h (SE) [set-dic) 4Km/h (SO) [feb-jul]	15.62 Km/h (S) (6)	19.08 Km/h (NE) ⁷
Indicios de humedad fluvial en superficie	Presencia de arroyo cercano, escorrentías superficiales en suelo	Presencia de acequia para riego por patios	Cercanía del río Yavi y acequias para riego
Indicios de humedad subterránea	Presencia de riachos subterráneos	Presencia de riachos subterráneos	Construcción sobre terrenos inmediatos al cauce fluvial del río Yavi
HR ambiental verano	HRMáx.med:93.38% ²	HRMáx.med:63.00 % (7)	HRMáx.med:63.00% ⁵
HR ambiental invierno	HRMáx.med:94.38% ²	HRMáx.med:43.75 % ⁶	HRMáx.med:29.00% ⁵
Radiación	-	200 w/m ²	224 w/m ²
Heladas	-	100 (días libres) [En-Feb]	150 (días libres) [oct-mar] (8)



METODOLOGÍA

En el caso de la Posta de Hornillos se realizó una inspección cronológica, apoyándonos en fotografías antiguas que permiten observar los deterioros anteriores a la restauración de 1979. Posterior a esa fecha se registra el deterioro por medio de fotografías, fichas de campo y muestreo de los aleros. A partir del año 2000, fecha de la última restauración, comienza un nuevo ciclo de envejecimiento que se monitoreó con visitas y muestreos periódicos (Ramos et. al.2002).

En la iglesia de San Ignacio en La Cocha, se tomaron muestras particularmente de los revoques para lograr cuali-cuantificar el envejecimiento natural de dichos elementos o detectar los agentes disruptivos que pudieran acelerar el desgaste. Para esto se empleó el método para evaluar la durabilidad de revoques y revestimientos (Ramos et. al., 2003b: 52-53). Los datos obtenidos se ordenaron en una matriz según el conteo de capas y los elementos extraños o anormales a la composición de los revoques.

Análisis de grano suelto en muestras térreas

Se realiza con una pequeña cantidad representativa (150 grs.) sobre un plano inclinado, favoreciendo el rodamiento o desplazamiento de los áridos según su peso. De esta manera se observa el comportamiento de las arenas entre si, según su forma; y sobretodo el comportamiento de la fracción fina con la arena con humedad ambiente. Se distribuye toda la muestra sobre el plano inclinado y se realiza la estimación cualitativa de la presencia de áridos con ayuda de un microscopio. Finalmente se precipita la muestra en un recipiente y se observa la fracción fina adherida laminarmente al plano inclinado con la ayuda de un microscopio. Esta observación cualitativa se complementa con un ensayo de sedimentación en recipiente vidriado y graduado. Los resultados se presentan en la tabla 4.

PUNTOS DÉBILES EN LAS CONSTRUCCIONES DE TIERRA

En los tres edificios estudiados detectamos puntos débiles que presentan recidivas patológicas y constituyen el punto de ingreso de agentes disruptivos del normal envejecimiento de estas construcciones.

En la Posta de Hornillos, los aleros son el punto crítico, elemento constructivo cuyo deterioro determina la durabilidad de las cubiertas y los muros. Observamos (tabla 2) diversas soluciones constructivas que favorecen determinados envejecimientos.



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
 "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

TABLA 2. INSPECCIÓN DE ALEROS EN POSICIÓN DE HORIZONTAL. I.I.V.V.

CÓDIGO	TIPO DE ALERO	DESCRIPCIÓN DEL TIPO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	TIPO DE MUR	TIPO DE SECCIÓN	RECOMENDACIONES
1	1	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		LA LUGA DE LA TABLA MUELA DEBE SER DE 300mm x 1.5m
2	2	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
3	3	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
4	4	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
5	5	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
6	6	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
7	7	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
8	8	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
9	9	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm
10	10	ALEROS DE TABLAS MEDIDAS CASAS	CONCRETO DE CUBIERTA DE TIERRA	TABLA MUELA CON UN CANTO ESPECIALIZADO DE 300mm	TIPO DE MUR		NO SE DEBE HACER DISTRIBUCIÓN EN LA LUGA DE LOS CANTOS DE 300mm x 1.5m. EL VOLADO DE LOS CANTOS DEBE SER DE 300mm

De una manera o de otra, todos al relacionarse con el ambiente comienzan un deterioro de estabilidad formal, afectando al sector circundante tanto en muros como en techos.

Observamos también que la presencia de elementos líneos es una constante debido a las características de liviandad y posibilidad de una mayor longitud de volado desde el muro. En 4 de los 5 tipos de alero consignados observamos dicha presencia. La anisotropía propia de la madera y su

variación volumétrica es coherente con el comportamiento plástico de ciertas tierras con gradación óptima de material fino. Además son compatibles debido a la porosidad de la primera y la viscosidad de la torta que puede embeber las fibras vegetales. Todas estas son buenas características que correctamente controladas y ensayadas a pie de obra, no son suficientes para prolongar la durabilidad del alero. ¿Por qué? Porque queremos que no haya deterioros, que no existan. Nos cubrimos de las fallas más notorias, las más frecuentes y visibles, pero no podemos evitar aquellas a nivel micro que igual suceden y terminan por destruir un alero aparentemente desarrollado y construido con mayor tecnología que las técnicas tradicionales (fig.1).



En la iglesia de San Ignacio en La Cocha se tomaron cuatro muestras en diferentes es-

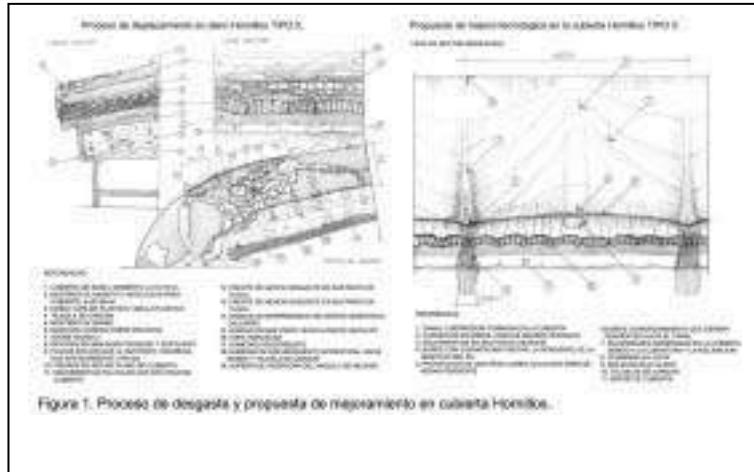


Figura 1. Proceso de desgaste y propuesta de mejoramiento en cobrita Horridos.

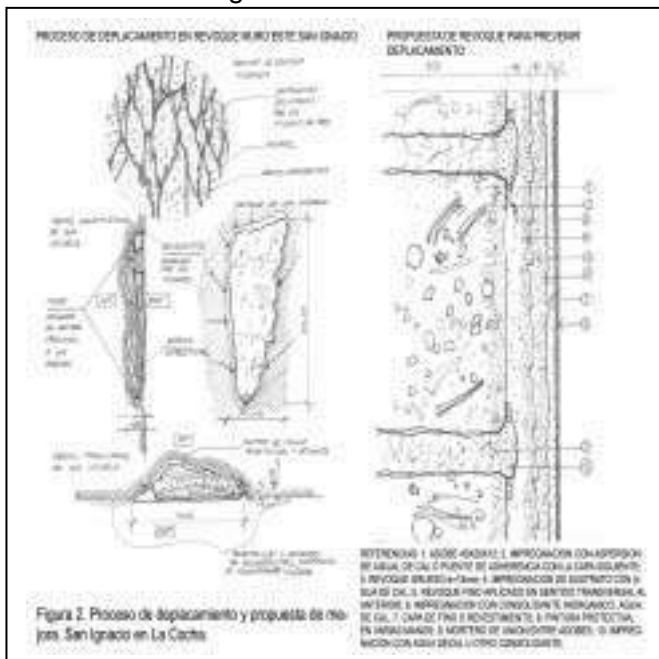
taciones de un ciclo anual, correspondientes a la superficie exterior del muro oeste, en cercanías del ángulo no-roeste del edificio. Los resultados están presentados en la tabla 3.

TABLA 3. RESULTADO DEL MUESTREO					
Edificio SAN IGNACIO					
Períodos	10-00	17/08/01	31/07/01	15/01/02	
Cantidad de capas protectoras	4	2	3	3	
Espesor de capa protectora exterior (µm)	100	70	40	20	
Espesor total (µm)	550	100	125	65	
Presencia de cristales de calcio	SUP	SI	SI	SI	SI
	SUS	SI	SI	SI	SI
Estado de vinculación entre capas	BUENO	REGULAR	MALO	MALO	
Elementos extraños o lesiones superficiales	SUP	FOL	INCARR	R	R&B
	SUS	MIN	VERD/TB	INC-DST	VERD
Porosidad	Muy porosa	SUS			
	Poco porosa	SUP			SUP
Material de revoco	Poco porosa	SUP-SUS	SUP-SUS	SUP-SUS	SUS
		CEM-CAL-A	CAL-AMCR	CAL	CAL
Microfisuras	NO	NO	NO	NO	
Depósitos superficiales	NO	ARR	NO	VERD&R	
Otras lesiones	-	-	FOL	-	

Referencias tabla 3:	
DST:	Depósitos superficiales de tierra
RL:	Restos ligneos
CONC:	Concreciones
PIC:	Picados o pitting
IMP FE:	Improntas féreas
COL-GRAS:	Coloides o sustancias grasas
EFL:	Eflorencias
ESC-LG:	Escotremas ligneas
MIN:	Minerales sueltos
MCH-ORG:	Manchas orgánicas
MCRF:	Microfisuras
FOL:	Folios o escamas
IMP L:	Improntas ligneas
BN-CAL-ARC:	Baño calcáreo arcilloso
RI:	Riñas de pincel o brocha

Observamos que la inclusión de cemento es determinante para conseguir revocos de un espesor aproximado a 0.55cm, así como necesario para garantizar un buen anclaje entre el revoco fino y la capa protectora superficial. Si comparamos únicamente las características intrínsecas de estos

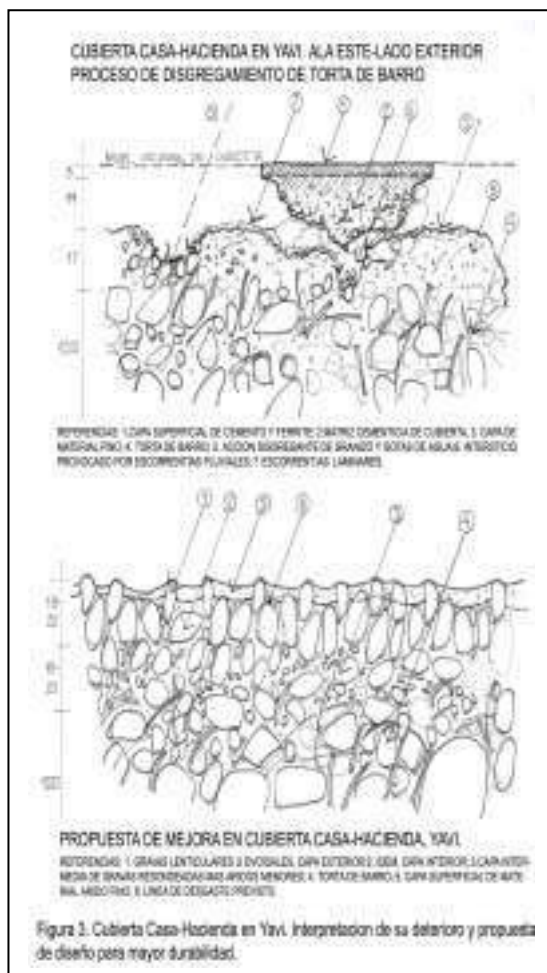
tipos de revoques, vemos que los de base únicamente carbonática pierden mucho espesor a causa del excesivo disgregamiento del propio sustrato menos consolidado por el aglomerante empleado y los áridos incoherentes debido a su forma y tamaño. Debemos aclarar que ambos tipos de revoques superficiales desplazan, es decir ambos se deterioran y desprenden del revoque grueso (Fig. 2), solo que el cementicio conserva mayor estabilidad de forma y espesores mientras que el de base calcárea se disgrega generando oquedades y poros grandes que albergan fungus y otros desarrollos microbiológicos.



Sobre un relevamiento de patologías constructivas en el pueblo de Yavi, encontramos que el deterioro de máxima ocurrencia es el disgregamiento de cubiertas de tierra. La incidencia de este deterioro también es muy elevada debido a que puede desencadenar patologías internas como humedades descendentes. También puede desencadenar patologías estructurales: colapso o cedimiento de piezas estructurales en

cubierta, agrietamiento y/o fisuración de muros, cedimientos o desplomes en muros; y flechamiento del tirante central.

La Casa-hacienda del Marqués, construcción que ocupa una manzana completa del pueblo, permitió registrar 32 tipos de deterioros constructivos, 9 estructurales, 12 internos y 11 superficiales (Ramos y Monk, 2003a). De ellos el disgregamiento de la torta de barro es uno de los más recurrentes a lo largo de la historia de la casa. Esto se debe a la particular acción deteriorante que suscitan los fenómenos climáticos de este microambiente, sobretudo las granizadas.



Se observa en las muestras correspondientes a la Casa Hacienda que el suelo cemento en la cubierta se empleó en diversas oportunidades debido a que se encuentran por lo menos tres tipos distintos en diversas capas del mismo. También es notoria la presencia mayoritaria de material de fracción fina, una granulometría muy baja, de un orden de magnitud menor a 50 micrones, lo que permite la formación de terrones de $\varnothing=5\text{mm}$ junto a la fibra vegetal añadida en profusión. También permite inferir que se trata de material seleccionado y tamizado, destinado aparentemente al asiento de guaya u otra fibra vegetal similar. Se trata de cubiertas muy compactas que al humectarse forman una costra plástica que amortigua el impacto del granizo y las gotas de lluvia impidiendo el secuestro de áridos mayores (fig.3).

Sin embargo una vez que empieza el proceso de desecamiento se producen grandes retracciones que dan paso a grietas que permiten la acción disgregante del viento.

En cuanto a los aspectos macroscópicos, es significativa la formación de estrías o canales en la capa superior debido al modelado del viento que acentúa las fajas descendentes (en el sentido de las aguas) conformadas durante el proceso de aplicación. Dichos canales están separados 0.80-1m.

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
 "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

TABLA 4. ANALISIS DE CASOS QUE SE ENCUENTRAN EN TIERRAS CRUDAS

ALERO	TIPO	DIRECCION	ALICATA	ANCHO DE ALICATA	ANCHO DE ALICATA	ANCHO DE ALICATA	CLASIFICACION	TIPO DE ALERO	MATERIAL	CONDICIONES	USOS	REMARKS	
F-001	EN VIGAS	OESTE	DIRECCION-LADO EXTERIOR	15	20	25	ENTRE FRONTO Y FRONTO REDONDO	REDONDEADO	TIERRA	ALICATA EN VIGAS BELLANTE	EN LA SUPERFICIE DE TIERRA a=15 mm	ALICATA REDONDA: ALICATA A LOS FRONTO REDONDO EN LA SUPERFICIE DE TIERRA. PRESENCIA DE FIBRAS VEGETALES EN LA ALICATA.	
F-002	EN VIGAS	OESTE	DIRECCION-LADO EXTERIOR	15	25	25	FRONTO REDONDO	PLANO	TIERRA	EN FRONTO DE LADO, MATERIAL EN FRONTO REDONDO	ALICATA EN VIGAS BELLANTE	EN LA SUPERFICIE DE TIERRA a=15 mm	ALICATA REDONDA: ALICATA A LOS FRONTO REDONDO EN LA SUPERFICIE DE TIERRA. PRESENCIA DE FIBRAS VEGETALES EN LA ALICATA.
F-003	EN VIGAS	OESTE	DIRECCION-LADO EXTERIOR	15	20	20	ENTRE FRONTO REDONDO Y FRONTO	REDONDEADO	TIERRA	ALICATA EN VIGAS BELLANTE	EN LA SUPERFICIE DE TIERRA a=15 mm	ALICATA REDONDA: ALICATA A LOS FRONTO REDONDO EN LA SUPERFICIE DE TIERRA. PRESENCIA DE FIBRAS VEGETALES EN LA ALICATA.	
F-004	EN VIGAS	OESTE	DIRECCION-LADO EXTERIOR	15	25	25	FRONTO	REDONDEADO	TIERRA	ALICATA EN VIGAS BELLANTE	EN LA SUPERFICIE DE TIERRA a=15 mm	ALICATA REDONDA: ALICATA A LOS FRONTO REDONDO EN LA SUPERFICIE DE TIERRA. PRESENCIA DE FIBRAS VEGETALES EN LA ALICATA.	
F-005	EN VIGAS	OESTE	DIRECCION-LADO EXTERIOR	15	20	20	ENTRE FRONTO REDONDO Y FRONTO	REDONDEADO	TIERRA	ALICATA EN VIGAS BELLANTE	EN LA SUPERFICIE DE TIERRA a=15 mm	ALICATA REDONDA: ALICATA A LOS FRONTO REDONDO EN LA SUPERFICIE DE TIERRA. PRESENCIA DE FIBRAS VEGETALES EN LA ALICATA.	

¿PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO?

En el caso de los aleros, propondremos una mejora con el material que está construido, es decir el descrito como tipo 5 (tabla 3). Proponemos formar puntos negativos en el borde superior (fig. 1) coincidentes con fajas a la manera de juntas de dilatación para el denso manto de suelo-cemento. Estas fajas y los puntos negativos en los aleros servirán como zonas de mayor desgaste y fisuración en la cubierta y los aleros, respectivamente. Serán una especie de embudos de sacrificio en los cuales escurrirá la humedad laminar y del sustrato (fig.1), la cual no cesará sino que continuará su proceso junto al envejecimiento de la cubierta.

En San Ignacio se presenta la incógnita sobre ¿cómo generar revocos más durables sin emplear cemento? Observamos que el desgaste se produce, sin importar el aglomerante empleado en el revoque, por el desplazamiento, es decir la falta de anclaje entre el revoque fino y el sustrato o revoque grueso. Por eso es fundamental preservar un único hecho: que la capa final sea realmente la definitiva, la que regula el intercambio material y de fluidos entre el edificio y el ambiente. Para conseguir esto se opta por mejorar la adherencia mediante la aplicación en varias capas de revoque (fig. 2). La impregnación del sustrato con el consolidante debe ser gradual y ser puente de adherencia previa a la aplicación de toda nueva capa. De esta manera se consigue una capa estratificada, anclada cada una con la subyacente y permitiendo el desgaste del plano exterior, debido al empleo de cal en lugar de cemento, pero cuidando la estabilidad de las capas protectoras.



Para revertir la problemática detectada en la Casa-Hacienda en Yavi, y en muchas viviendas del pueblo, se propone favorecer la canalización y escurrimiento del agua mediante la utilización de una herramienta que genere canales en el momento de aplicación de la capa superficial (fig.3). Esto debe combinarse con el empleo de una capa de gravas lenticulares en la superficie hasta una profundidad de por lo menos 40-50 mm. Luego se aplica una capa de torta de barro de granulometría menor a la de la torta subyacente. Para esta aplicación se emplea un rastrillo o herramienta con hendidores para producir las estrías y colaborar al posicionamiento vertical de las gravas. Esta propuesta se basa en el mismo principio que las cubiertas de viviendas en la Quebrada de Humahuaca; se emplea una torta con gravas de diversos tamaños como última capa de la cubierta. Al llover y escurrir el material fino, las gravas quedan expuestas conformando puntos fuertes y sobresalientes en la superficie de la cubierta, generando canalículos que favorecen el escurrimiento. Además se incrementa la rugosidad de la cubierta, mediante estas crestas, preservando del secuestro eólico de áridos finos desde los valles de la cubierta.

CONCLUSIONES

Se intenta plantear un camino paralelo a los desarrollos científicos en la arquitectura de tierra, en cuanto al mejoramiento de las características mecánicas de los bloques de suelo-cemento, suelo-asfalto, etc. Se cree firmemente que es una buena vía complementaria que permite innovar con lo tradicional. Es decir, aprender de aquellas soluciones ingeniosas de algunos constructores regionales que comprenden perfectamente el comportamiento físico de los materiales puestos en obra. Sin pretender cambiar la morfología hacia estéticas que produzcan rechazos, con las soluciones propuestas se intenta ingresar en el mundo de lo micro para obtener beneficios en lo macro. Sería impensable cualquier mejoramiento tecnológico de la arquitectura de tierra, que no contemple el mantenimiento. Por eso el objetivo de estas estrategias es hacer muy visible la falla, que sea realmente desagradable y notoria, para que el mantenimiento sea una necesidad social antes que una decisión constructiva. Creemos que en el ámbito de la vivienda social existe mucho potencial de innovación y experimentación, sobretodo en manos de aquellos constructores que reciben los conocimientos por vía de herencia práctica, experiencia directa con los materiales en su medio. La durabilidad está ligada así a la correcta elección de los materiales y a la conformación de los puntos débiles para que el deterioro sea localizado y controlado a través del mantenimiento.



BIBLIOGRAFÍA

- BUITRAGO, Luis Guillermo 2000 **EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE JUJUY**, Universidad Nacional de Jujuy Editorial Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina, 64 pp.
- CZAJKOWSKI, Jorge Daniel y GÓMEZ, Analía Fernanda 1994 **DISEÑO BIOCLIMÁTICO Y ECONOMÍA ENERGÉTICA EDILICIA FUNDAMENTOS Y MÉTODOS**, Col. Cátedra Ed. UNLP La Plata, Argentina.
- GONZALO Guillermo E. 1990 **USO RACIONAL DE LA ENERGÍA. ENERGÍAS NO CONVENCIONALES EN LA EDIFICACIÓN**, Instituto de Acondicionamiento Ambiental FAU/UNT Tucumán, Argentina, 297 pp.
- Ramos, Adolfo Rodrigo; Rotondaro, Rodolfo; Monk, Felipe. 2002 **PATRIMONIO Y ARQUITECTURA DE TIERRA EN EL NOROESTE ARGENTINO, METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO COMPARATIVO DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS**. En memorias del 1° Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur, GTT-LEME-FAU-UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina. 12pp.
- Ramos, Adolfo Rodrigo; Monk Felipe, Coordinador 2003a **YAVI, PAISAJE CULTURAL DEL ALTIPLANO. Interpretación de su arquitectura y construcción. Inédito, Jujuy, Argentina**
- Ramos, Adolfo Rodrigo; Monk, Felipe; Rotondaro, Rodolfo. 2003b **ARQUITECTURA DE TIERRA Y PATRIMONIO EN EL NOROESTE ARGENTINO, DURABILIDAD DE REVOQUES Y REVESTIMIENTOS EN CONSTRUCCIONES DE TIERRA**. En Cuaderno n°1, ponencias presentadas en el 6° Seminario-taller Alternativas a la ocupación: Arquitecturas en Tierra, Proterra-CYTED, Montevideo, Uruguay. 5pp.
- SOUHLE, Ricardo Fabián 1992 **INFORME SOBRE LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE DEL NIÑO EN EL NOA**, Dirección de Hidráulica de Jujuy, División Hidrología, Informe inédito, Jujuy, Argentina, 23 pp.



Referencias

- (1) Según norma IRAM de emergencia 11603, diciembre de 1978
- (2) Datos del Servicio Metereológico Nacional en Gonzalo (1990: 251-252)
- (3) Datos de Czajkowski (1994: 28)
- (4) Datos de cuadro 2, Souilhe (1992: 21)
- (5) Datos Czajkowski (1994: 28-31), se ajustaron los valores de La Quiaca, beneficiando las condiciones de ésta con 1°C en favor de Yavi, según comunicación personal con Juan Fernández, Jefe del Servicio Metereológico Nacional, Estación La Quiaca, 2003.
- (6) Datos de Buitrago (2000: 62)
- (7) Datos de Buitrago (2000: 29)
- (8) Datos de Souilhe (1992:21), este valor corresponde a Santa Victoria, localidad en condiciones análogas a Yavi

Autor

Adolfo Rodrigo Ramos: Arquitecto, Becario doctoral CONICET-Centro de Estudios Indígenas y Coloniales-Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales- Universidad Nacional de Jujuy. Actualmente realiza el doctorado en UBA sobre la tesis "El Proyecto Arquitectónico y la sustentabilidad constructiva. Diseño Tecnológico del Hábitat en el Noreste Argentino". Tel. 0388-4222272 e-mail: arquinatt@hotmail.com



TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE IMPERMEABILIZACIÓN PARA MUROS DE ADOBES TRADICIONALES

Irene C. Ferreyra - Stella M. Latina - Rafael Soria Nieto- Rafael F. Mellace

RESUMEN

En la búsqueda de procesos alternativos para la preservación de construcciones de tierra cruda frente a la acción del intemperismo, se encaró el presente estudio a fin de verificar el comportamiento de diversos productos existentes en el medio local, utilizados como impermeabilizante en los muros de adobes proyectados para el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC / FAU – UNT).

En su desarrollo se moldearon en laboratorio, series de 6 (seis) probetas cuyas dimensiones guardan una relación directa con los adobes a emplearse en la obra del CRIATiC. Se ensayaron dos técnicas de impermeabilización:

1. Aplicación superficial
2. Incorporación en el agua de amasado.

Se utilizaron productos industriales, provistos por la representación local de SIKA S.A., comparando los resultados con los obtenidos de la aplicación de hidrocarburos y sustancias naturales.

Las probetas se sometieron a ensayos de goteo e inmersión; por los valores registrados en las distintas series se compararon con los arrojados por las muestras patrón sin tratamiento impermeabilizante. Los datos preliminares obtenidos indican, en algunos casos, valores altamente satisfactorios, confirmando la conveniencia de continuar la línea de investigación propuesta.

ABSTRACT

The continuous search for new processes of preservation of raw-earthen constructions from the weather inclemency lead to the work reported here, in which the behavior of the various regional products used as water-proof agents for walls at CRIATiC, is verified.

Series of six testing adobes were prepared with similar characteristics of those to be used for the construction of the CRIATiC. Two techniques render the adobe impermeables:

- 1- Surface layer
- 2- Bulk constituent

Industrial materials, provided by SIKA S.A., were used. The information obtained from them was compared with those of reference samples, which had not received any treatment to prevent the absorption of water.

The obtained results are in high agreement with the expected values, which indicate the importance of pursuing a more detailed study on this field.

I.- INTRODUCCIÓN

Uno de los principales puntos de atención que exige la tecnología de construcción con tierra, es controlar su vulnerabilidad frente a la acción del agua. Ello impone la necesidad de establecer formas de protección ya sea a través de un apropiado diseño constructivo-arquitectónico o mediante la aplicación de sustancias que mejoren el comportamiento higroscópico del componente constructivo.

En el presente trabajo se sintetizan los resultados preliminares obtenidos al analizar el efecto de productos industriales y sustancias naturales empleados como impermeabilizantes.

II.- OBJETIVOS

II. 1.- Objetivo general

Avanzar en el conocimiento de técnicas alternativas de impermeabilización basadas en la utilización de distintos productos hidrófugos -industriales y naturales- que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de las construcciones de tierra.

II. 2.- Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de productos impermeabilizantes disponibles en el medio, aportando datos cuantitativos sobre su comportamiento.
- Plantear criterios técnicos para su utilización experimental en el CRIATiC.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

III. 1.- Materiales

1. a.- Tierra

La tierra utilizada en la confección de los adobes a tratar, es proveniente de la localidad de San Andrés, distante a 10 km de San Miguel de Tucumán.

Para su identificación y determinación de las características físico-mecánicas, se efectuaron en laboratorio pruebas convencionales y ensayos normalizados según especificaciones del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (Normas IRAM Nos. 1520-10501/2-10507/12-10511-10515- 10535) y de la American Society for Testinsg Materials (Normas ASTM C-123-39).

1.b.- Impermeabilizantes Industriales

- **INERTOL 5 SIL:** Pintura incolora a base de siliconas; según la absorción del sustrato se diluye entre 0,2 y 0,4 litros por m² a pintar.
- **INERTOL H SIL:** Pintura incolora a base de siliconas; según la absorción del sustrato se diluye entre 0,5 y 1,0 litro por m² en dos manos.
- **SIKA 1:** Producto inorgánico, líquido, a base de poliuretano, de color blanco lechoso; su rendimiento es de 0,250 a 0,350 kg por m². Cumple la Norma IRAM 1572.
- **GAS OIL:** Hidrocarburo líquido.
- **ACEITE SUPLEMENTO 1 DE YPF:** Lubricante (aceite de motor) – HD SAE 40 PENZOIL

1.c.- Impermeabilizantes naturales

- **SAVIA DE PENCA:** (*Opuntia ficus-índica.Mill.*) (L. Parodi -1972) Jugo de penca extraída de la maceración y posterior cocción en agua.
- **SAVIA DE ALOE VERA:** (*Aloe vera L., Aloe barbadensis. Mill*) (L. Parodi - 1972) Jugo de aloe extraído de la maceración y posterior cocción en agua.

III. 2.- Método

Para la identificación y clasificación del suelo utilizado se siguió la metodología especificada en Normas IRAM Nos.: 10501 (Límite líquido); 10502 (Límite plástico); 10509 (Clasificación); 10510 (Definición); 10512 (Análisis granulométrico); 10519 (Humedad); 10535 (Análisis tacto-visual).

A los fines de valorar el comportamiento de los impermeabilizantes ensayados (industriales y naturales) se definieron dos métodos de estudio:

- 1- Aplicación superficial (pintura)
- 2- Incorporación en el agua de amasado

Posteriormente, se efectuaron pruebas convencionales para la determinación del límite de contracción lineal (Alcock); resistencia al goteo y humedad de absorción.

La prueba de goteo se efectúa sobre series de seis probetas prismáticas de 100x100x20 mm, moldeadas con un barro de consistencia equivalente al límite plástico (IRAM 10502). Luego de un secado durante 7 días en ambiente normal hasta verificar peso constante, se las somete a la acción de 60 gotas por minutos desde una altura de 2,50 m.

Para la determinación de humedad de absorción se confeccionaron probetas prismáticas de 100x75x20 mm, guardando la relación de forma de los adobes proyectados para la obra. En la preparación de la pasta, llenado de moldes y secado de probetas se siguió idéntico procedimiento que en el caso de goteo.

IV.- RESULTADOS

IV. 1.- Identificación de Tierra

1. a.- Físicos

▣ Análisis Sensoriales

EXAMEN	MUESTRA A
Visual	Tierra fina con escasas partículas moderadamente gruesas.
Color	Ocre castaño
Olor	Inodora
Tacto	Rugosidad moderada
Adherencia	Mediana
Resistencia en Seco	Alta (no se reduce a polvo fácilmente)

Tabla Nº 1 – Análisis Tacto-visuales (IRAM 10535/1991)

EXAMEN	MUESTRA A
Mordedura	Rechina fuerte (posible contenido de arena)
Lavado de manos	Difícil (posible contenido de arcilla)
Exudación	Moderada
Consistencia (Test del cordón)	Se puede hacer el rolo de 3 mm. (posible contenido de arcilla)
Cohesión (Test de cinta)	La cinta rompe a los 120 mm. (posible tierra arcillo arenosa)

Tabla Nº 2 – Análisis sensoriales directos (CRATerre –EAG- 1989)

■ Ensayos Normalizados

EXAMEN	MUESTRA A
Prueba de Alcock Molde CINVA-RAM (40x40x600 mm)	Humedad del barro de amasado = 32 % Grietas en N° = 3 Retracción Total = 5,5 %
Granulometría Tamizado Vía Húmeda (IRAM N° 10507/1986)	Tamiz N° 4 - 0,0 % Retenido Tamiz N° 10 - 0,5 % Tamiz N° 20 - 1,5 % Tamiz N° 40 - 1,5 % Tamiz N° 100 - 5,5 % Tamiz N° 200 - 6,0 % Fondo - 85,0 %
Límites de Atterberg (IRAM N° 10501/2)	Límite Líquido = LL = 33 Límite Plástico = LP = 32 Índice Plasticidad = IP = 1
Ensayo de Goteo	Perforación de probeta = 21 minutos

Tabla N° 3 – Identificación de Suelos mediante Ensayos normalizados
 (IRAM 1503- 10507-10501)

Por los resultados obtenidos en las distintas pruebas y ensayos, la tierra corresponde a una arcilla inorgánica de moderada a baja plasticidad; designada con las siglas ML (Carta de Plasticidad de Suelos- Casagrande)

IV. 2.- Comportamiento de los Impermeabilizantes Ensayados 2. a.- Ensayo de Goteo

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos (tiempo en minutos) al someter las probetas al ensayo de goteo hasta su perforación. Se efectúan muestras de 6 probetas cada una; cada serie es tratada con distintos productos impermeabilizantes y dos formas de utilización como se explicó en párrafos anteriores.

Para su mejor identificación se numeran las muestras. Los productos utilizados en ellas son:

Muestra 1: INERTOL 5 SIL (aplicación superficial)

Muestra 2: INERTOL H SIL (aplicación superficial)

Muestra 3: SIKA 1 (aplicación superficial)

Muestra 4: SIKA 1 (inclusión en agua de amasado)

Muestra 5: GAS OIL (aplicación superficial)

Muestra 6: ACEITE SUPLEMENTO 1 DE YPF (aplicación superficial)

Muestra 7: SAVIA DE PENCA (inclusión en agua de amasado)

Muestra 8: SAVIA DE ALOE VERA (inclusión en agua de amasado)

Muestra 9: SAVIA DE PENCA (aplicación superficial)

Muestra 10: SAVIA DE ALOE VERA (aplicación superficial)

Muestra patrón: Tierra sola

MUESTRAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Pa- trón
Tiempo en minutos	-	-	-	70	38	62	60	54	61	59	21
	-	-	-	72	35	58	58	58	58	57	19
	-	-	-	78	40	65	62	51	57	60	26
	-	-	-	69	38	70	54	50	59	56	14
	-	-	-	76	40	56	59	53	63	59	20
	-	-	-	58	37	59	56	56	59	58	19
Pro- medio	-	-	-	70,5	35,7	33,3	58,2	53,7	59,5	58,2	20,8

Tabla Nº 4: Ensayo de Goteo – Se mide el tiempo que tardan en perforarse.

Las probetas correspondientes a las muestras 1, 2 y 3 no se rompen al ser ensayadas (tiempo sometido al goteo igual a 90 minutos); se observa la formación de gotas de distintos tamaños sobre su cara superior mostrando que la misma es impermeable al agua. A pesar del continuo goteo, no consigue penetrar en la masa de la probeta porción de agua alguna.

Las probetas correspondientes a las muestras 4, 5, 6 y 7 se perforan en el lugar donde cae la gota de agua; el agua que salpica sobre la superficie es absorbida casi de inmediato. Sin embargo, el tiempo promedio correspondien

te a la perforación de las probetas de la muestra 4 supera ampliamente a las otras (5,6 y 7).

En la muestra 8, la perforación de las probetas comienza a producirse alrededor de los 5 minutos posteriores a la caída del agua, sin embargo, la absorción es más lenta que en las anteriores, no así el tiempo que demoran en perforarse.

En las muestras 9 y 10, la absorción del agua sobre la superficie se efectúa en forma lenta; en la muestra 10 comienza a marcarse la impronta a los 20 minutos, sin embargo, la perforación completa de la probeta se efectúa alrededor de los 59 y 58 minutos respectivamente, tiempo similar a las otras muestras.

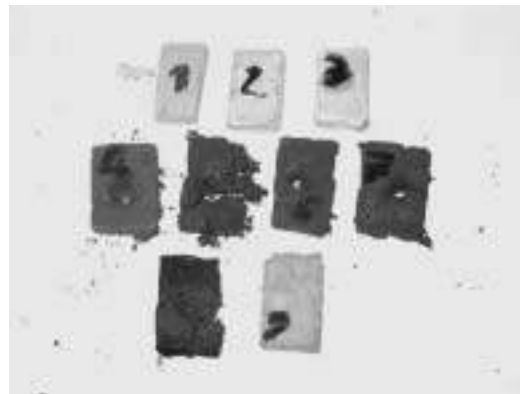


Figura N° 1- Ensayo de Goteo correspondiente a una Probeta de cada muestra. Se observan las muestras 1,2 y3 sin huella alguna.

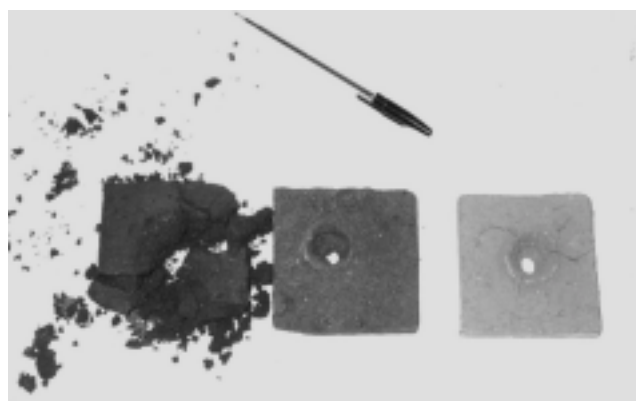


Figura N° 2 – Ensayo de Goteo- Muestra patrón y probetas 7 y 8

2. b.- Ensayo de Rotura por Inmersión

A los fines del ensayo, se considera rotura por inmersión, cuando las probetas son sumergidas en agua potable. El material comienza a disgregarse, se verifica el tiempo que tarda en disgregarse tomando como parámetro la pérdida del 15 % de la masa de la probeta.

MuestraN°	Comienza a disgregarse (minutos)	Supera el 15 % de disgregación (minutos)	Diferencia de tiempo entre el comienzo y el fin de la rotura (minutos)
1	-	-	-
2	10	60	50
3	> 60	93	33
4	6	20	14
5	7	15	8
6	16	60	44
7	3	11	9
8	2,5	9	6,5
9	8	21	13
10	5	18	13
Patrón	1.30	6	4.30

Tabla N° 6: Rotura por absorción – Valores promedio obtenidos de una serie de 6 probetas.

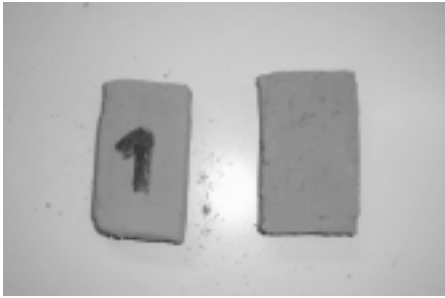
Muestra Patrón



Comienza a disgregarse cuando entra en contacto con el agua de manera simétrica en todos sus lados.

Figura N° 3 – Muestra Patrón

Muestra 1: INERTOL 5 SIL



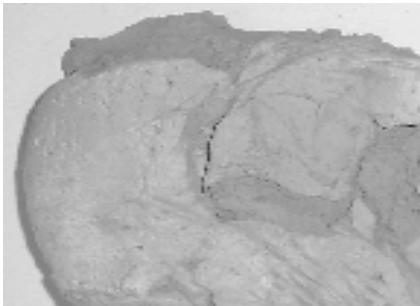
Con la pintura INERTOL 5 SIL la probeta no sufre alteración alguna luego de sumergida 24 hs.

Figura Nº 4 – Muestra 1

Muestra 2: INERTOL H SIL

Comienza a desintegrarse a los 10 minutos, sufriendo deterioro en sus aristas, al igual que las otras, existe gran diferencia de tiempo entre el comienzo de la desintegración y su rotura.

Muestra 3: SIKA 1 (aplicación superficial)



Esta cobertura tiene una cualidad muy original; pasadas las 2 hs. aún no había sido alterada por el agua circundante. Luego de 1 hora más se rompe.

Figura Nº 5 – Muestra 3

Muestras 4, 5 y 6:

SIKA 1 (en el agua de amasado)

GAS OIL

HIDROCARBURO (Aceite Suplemento 1 de YPF)

Estas probetas tienen un comportamiento similar, comienza su deterioro después de los primeros minutos de inmersión. En todos los casos el proceso comenzó por las aristas.

Muestra 9 y 10:

SAVIA DE PENCA (aplicación superficial)

SAVIA DE ALOE VERA (aplicación superficial):

Las probetas de ambas muestras, se disgregan con rapidez al ser sumergidas en agua; presentan los menores valores de todas las muestras verificadas.

V.- CONCLUSIÓN

La probetas con cobertura de INERTOL 5 SIL tuvieron un comportamiento altamente satisfactorio, dado que no se alteraron frente a la acción del goteo ni de la inmersión, por ello podemos concluir que es ideal para la protección del adobe. Se trata de un producto de aplicación simple (con pincel o pulverizado) y no afecta el aspecto original del adobe.

Cabe aclarar que se trata de un producto industrializado y de alto costo.

De igual modo, las probetas con INERTOL H SIL e Hidrocarburo, permiten obtener un recubrimiento de muy buena calidad, resisten muy bien la acción del impacto del agua y de la inmersión por un tiempo prolongado.

Como la aplicación superficial por medio de pinceles o pulverizadores no llega a cubrir totalmente la superficie imperfecta del adobe, -cualquiera sea el producto aplicado- las probetas tratadas con SIKA 1, dejaron penetrar el agua por esas imperfecciones. La evaporación del agua introducida en la masa de la probeta resulta demasiado lenta, por lo que la misma pierde sus propiedades mecánicas.

Con la adición de SIKA 1 al agua de amasado, las probetas presentan menor resistencia a la acción del agua que cuando son tratadas por aplicación superficial.

En cuanto a los impermeabilizantes naturales, mejorarían la vida útil del adobe; son económicos, de fácil obtención, preparación y aplicación.

VI.- RECOMENDACIONES

La desintegración del adobe -con o sin impermeabilizante- comienza por las aristas y por las imperfecciones que posee; las superficies planas son las últimas en desintegrarse; por ello se recomienda -en el caso de recurrir a alguna protección- reparar las aristas y aquellas zonas donde existan mayores defec-

tos. Si es necesario recurrir a impermeabilizantes, se recomienda usar aquellos que se apliquen superficialmente, ya que los resultados obtenidos con éste método fueron superiores en todos los casos.

Como conclusión final se deduce que en base a los resultados obtenidos se debe profundizar la investigación en éste tema.

VII.- BIBLIOGRAFÍA

- | | | |
|--|------|--|
| Mellace, R.; Roton-
daro, R.; Latina, S.;
Sosa, M.; Arias, E.;
Alderete, C. | 2002 | MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA - ETAPA II: PROTOTIPOS DE MUROS. Publicaciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra Cruda - ISSN: 1514 / 1764 |
| Mellace, R.; Roton-
daro, R.; Latina, S.;
Sosa, M.; Arias, E.;
Alderete, C. | 2001 | MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA - ETAPA I: DISEÑO Y ENSAYOS PREVIOS. Publicaciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra Cruda - ISSN: 1514 / 1764 |
| Instituto Argentino
de Racionalización
de Materiales | 1992 | NORMAS IRAM NOS. 10535/ 10501/ 10503/ 10507/ 10509 |
| Houben, H.; Gui-
llaud, H. | 1989 | TRAITE DE CONSTRUCTION EN TERRE – CRA-
Terre-EAG. Francia. |
| Juarez Badillo | 1980 | MECÁNICA DE SUELOS. Tomo I. |
| Terzaghi, K.; Peck,
R.B. | 1955 | MECÁNICA DE SUELOS EN LA INGENIERÍA
PRÁCTICA (Traducción O. Moretto) |
| Casagrande, A. | 1948 | CLASSIFICATION AND IDENTIFICATION OF SOILS
– American Society of Civil Engineers- Vol. 113 |

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Autores

Irene Cecilia Ferreira: Arquitecta – Docente Cátedra "Construcciones I". Investigadora LEME – CRIATiC FAU y Proyecto CIUNT de la UNT.
Teléfono 0381-4311466; correo electrónico: icferreyra@hotmail.com

Stella Maris Latina: Arquitecta – Docente Cátedra "Construcciones I" y "Arquitectura de Tierra Cruda" – Investigadora LEME – CRIATiC – FAU y Proyecto CIUNT de la UNT. Maestrando en Carrera Auditoría Energética – FAU – UNT. Teléfono: 0381-4253939; correo electrónico: smlatina05@hotmail.com

Rafael Soria Nieto: Ingeniero Industrial – Investigador LEME – CRIATiC – FAU y Proyecto CIUNT de la UNT. Maestrando en Carrera Auditoría Energética – FAU – UNT. Teléfono: 0381-4245719; correo electrónico: rafasoria@hotmail.com

Rafael Francisco Mellace: Arquitecto – Profesor Titular Cátedra "Construcciones I" y "Arquitectura de Tierra Cruda" – Director LEME – CRIATiC – FAU. Director Proyecto CIUNT de la UNT. Teléfono: 0381-4345584; correo electrónico: rfmellace1@hotmail.com, rfmellace2@yahoo.com

OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BTC

Lucía E. Arias - Carlos E. Alderete - Rafael F. Mellace

Resumen

El muro de mampostería constituido con bloques de suelo-cemento comprimido (BTC) y mortero de asiento de idéntico material, ofrece la posibilidad de ser diseñado para responder específicamente a determinadas sollicitaciones exteriores, estáticas y/o dinámicas, optimizando el diseño de las mezclas a fin de mejorar desde el punto de vista económico, la ecuación costo-beneficio.

Esto, en virtud de que las propiedades físicas y mecánicas de sus componentes, responden según el diseño de la mezcla adoptada en función del tipo de suelo disponible en cada caso. Es evidente que al ser el cemento pórtland el componente de mayor incidencia en el costo final del BTC, importa reducir su participación al mínimo posible a fin de obtener la máxima economía.

Teniendo en cuenta que entre las propiedades mecánicas, resulta fundamental la resistencia a compresión, en el presente trabajo se analiza la factibilidad de alcanzar su máximo valor, considerando para un mismo tipo de suelo, la influencia de tres variables en la mezcla: humedad de mezclado, contenido de cemento y tamaño máximo de las partículas del suelo, analizadas individualmente y luego en forma conjunta.

De los resultados obtenidos, se concluye que, manejando apropiadamente las citadas variables, es factible predeterminar el diseño de mezclas eficaces, que provean la resistencia última requerida del BTC optimizando la dosificación de cemento Pórtland, al mínimo indispensable.

Abstract

Compressed soil-cement blocks (BTC) and mortar settings of the same material can be designed to respond to certain exterior, static and dynamic demands, thus optimizing the preparation blends and improving the ratio: cost-benefits. Physical and mechanical properties are taken into account in the later statement.

Being the major constituent, and having the highest influence on the BTC final cost, it is clear that the content of Pórtland cement must be minimized, if the economic factor is to be favored.



One mechanical property, the resistance to compression and its enhancement, is studied in this work. The influence of three variables: humidity of the blend, dose of cement and maximum-particle size, are first tested individually, and in group, later.

From the results obtained, we conclude that the conveniently combining the variables mentioned above, the design of efficient blends, with minimized dose of Portland cement, that still reach the resistance required for BTC, can be achieved.

INTRODUCCIÓN: Marco teórico conceptual

El estudio del comportamiento del bloque de suelo-cemento comprimido, resultado de la mezcla y compactación de tres componentes -suelo, cemento y agua- puede asimilarse al del hormigón, material heterogéneo análogamente constituido por un esqueleto granular y una pasta cementicia que, dosificados convenientemente, se mezclan y compactan para dar origen a un formáceo con propiedades físicas y mecánicas predeterminadas.

Esta analogía nos conduce a plantearnos si los factores que determinan las características del hormigón son igualmente determinantes de las características del suelo-cemento.

En este sentido nos preguntamos qué influencia tiene la granulometría del suelo (tamaño máximo del grano, TMG) y sus características físico-químicas; la cantidad de cemento y humedad de mezclado; la energía de compactación, el curado, edad, etc. Al mismo tiempo, en la intención de optimizar la ecuación costos-beneficios, nos preguntamos si es posible lograr un incremento en la resistencia final sin necesidad de incrementar la cantidad de cemento utilizado.

Si se cuantifica la incidencia en las propiedades finales que tiene la cantidad y característica de cada componente interviniente, se puede preestablecer cómo obtener mínimo el resultado buscado con mínimo costo.

El trabajo desarrollado consistió en identificar el conjunto de factores que inciden en las propiedades físicas y mecánicas del bloque comprimido de suelo-cemento. A partir de ello, seleccionar cuáles variables estudiar considerando a las restantes como constantes. A tal efecto, se adoptaron el TMG, la cantidad de cemento y la humedad de mezclado, ya que en virtud de las experiencias previas, se estima que son las que mayor variabilidad de resultados podían presentar.



Para el análisis de la influencia de cada variable, se prepararon y ensayaron probetas a la edad de 28 días, manteniendo constantes las características físicas de los materiales, presión de compactación, condiciones ambientales, edad y técnica de ensayo.

Por último, se evaluaron los resultados, primero en forma independiente para cada caso analizado y relacionados luego en conjunto para la formulación de conclusiones y recomendaciones.

OBJETIVOS

- Determinar en función de los requerimientos constructivos y estructurales, la máxima economía de producción, en función de las propiedades físico-mecánicas del bloque comprimido de suelo-cemento.
- Determinar la incidencia individual del tamaño máximo de las partículas del suelo, la cantidad de agua de mezclado y la cantidad de cemento empleado en la resistencia a compresión del BTC.
- Determinar, a partir de la interrelación de resultados individuales, las características mecánicas finales logradas con mínima cantidad de aglomerante empleado en las mezclas suelo-cemento.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

a) Suelo

A fin de eliminar una de las variables que mayor dispersión produciría en los resultados finales, se trabaja con un mismo tipo de suelo. Procedente de Plaza Urquiza en San Miguel de Tucumán; efectuados todos los análisis para su identificación y determinación de las constantes físicas se lo definió según la Carta de Plasticidad para Suelos Finos (IRAM 10.509) como: CL, arcilla de baja plasticidad.

b) Aglomerante

Cemento Pórtland normal CP 40, marca LOMA NEGRA, procedente de El Alto, Catamarca.

a) Agua

Potable, corriente, obtenida de red domiciliaria



2. Equipos

Disponibles en el LEME-CRIATiC, para identificación de suelos, preparación y dosificación de mezclas, confección, curado y rotura de probetas. Serie de tamices normalizados N° 10, N° 4 y 3/8". Balanza electrónica de 3 kgf de capacidad y 0,5 grf apreciación. Estufa de secado de +/- 105° C / circulador aire. Probetas graduadas. Cubas para dosificar las mezclas. Prensa CINVARAM para la confección de las probetas. Higrómetros y termómetros para verificar condiciones ambientales. Prensa mecánica CIFIC con aro de 3.000 kgf de capacidad. Cámara de curado normal.

3. Métodos

a) Análisis del suelo

El volumen total de suelo requerido se acopia diferenciado pasante tamices Ns° 10, 4 y 3/8", serie Taylor, en silos independientes con el propósito de obtener idénticas condiciones iniciales (humedad, limpieza, etc.).

Las características físicas se determinan mediante ensayos cualitativos, según normas IRAM: 10.501 (límite líquido); 10.502 (límite plástico); 10.509 (clasificación); 10.512 (granulometría); 10.519 (humedad); 10.535 (tacto-visual)

b) Elaboración de probetas

Se mezclan por cuarteo los materiales dosificados en peso hasta lograr total homogeneidad. En estas condiciones se verifica el contenido de humedad (IRAM 10.519) a fin de adicionar el agua necesaria para alcanzar los valores de referencia (19 %, 22 % y 25 %) medidos en peso. El material dosificado y homogeneizado es vertido en la prensa CINVARAM a fin de obtener en las probetas idéntica presión de compactación que en el bloque comprimido de suelo-cemento, Las muestras son identificadas y depositadas en cámara de curado en ambiente normal hasta 24 horas antes de ser ensayadas.

c) Ensayos mecánicos

Los ensayos se efectúan ajustándose a las prescripciones IRAM para probetas de mortero cementicio.



RESULTADOS

En tabla N^o 1 se indican los resultados obtenidos de resistencia a rotura por compresión simple, de probetas confeccionadas con el suelo previamente identificado. Se consignan valores promedios de 16 muestras, expresadas en kgf/cm².

Tamiz (mm)	Dosificación Suelo-cemento	Resistencia media a rotura (kgf/cm ²)		
		H = 19 %	H = 22 %	H = 25 %
# 10 = 2,4	1:7	39,3	54,5	67,3
	1:10	38,8	45,3	59,7
	1:13	34,1	35,3	56,2
# 4 = 4,8	1:7	62,6	68,7	82,7
	1:10	52	66,6	69
	1:13	53,2	53,1	61,9
# 3/8 = 9,3	1:7	65,8	69,9	97,7
	1:10	54,4	66,2	77,9
	1:13	54,4	56,1	62,2

Tabla N^o 1

Columna 1: Indica N^o y abertura de malla del el tamiz utilizado. Define el TMG de cada serie.

Columna 2: Indica en peso las distintas proporciones suelo-cemento, empleadas en cada serie

Columnas 3, 4 y 5: Indican los valores de resistencia media a rotura por compresión de probetas confeccionadas con 19 %, 22 % y 25 % de humedad de la mezcla; se expresan en kgf/cm².

DISCUSIÓN

1. Influencia del TMG

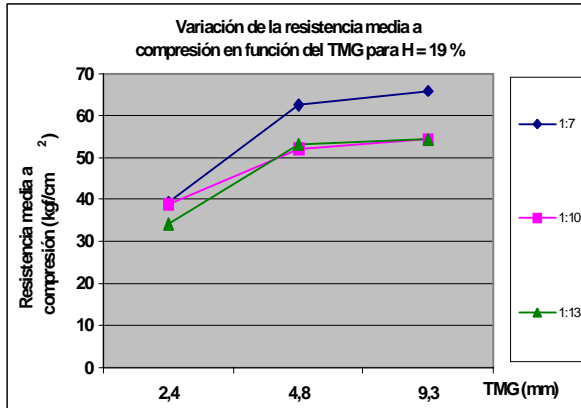
Los figuras N^{os} 1a), 1b) y 2a) representan la resistencia media a compresión de probetas realizadas con el pasante de tamices N^o 10, N^o 4 y 3/8" de la serie Taylor, distintas proporciones de suelo-cemento y porcentajes variables de de humedad de mezclado. Los resultados indican cómo el TMG incide en la resistencia final a compresión simple.

Adoptado el TMG correspondiente al pasante del tamiz N^o 4 (4,8 mm), por ser el más usado en nuestro medio como parámetro de referencia, se observa que la resistencia final varía considerablemente aumentando o disminuyendo, conforme se aumenta o disminuye el TMG.

Para mezclas elaboradas con el 19 % y el 22 % de humedad, los valores finales se reducen en un 40 % y 30 % respectivamente.

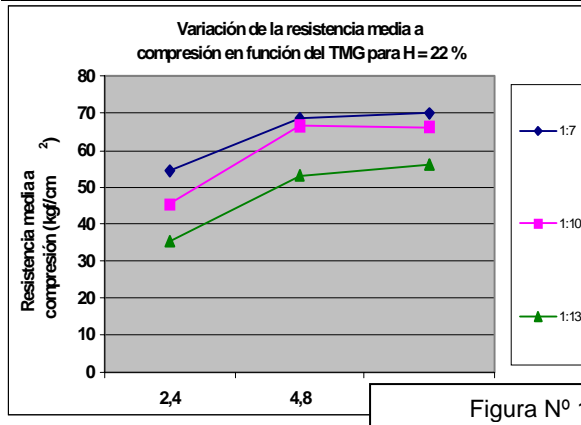


p/ H= 19 %	Dosificación	#10	# 4	# 3/8
□ _c	1:7	39,3	62,6	65,8
	1:10	38,8	52	54,4
	1:13	34,1	53,2	54,4



a)

p/ H= 22 %	Dosificación	#10	# 4	# 3/8
□ _c	1:7	54,5	68,7	69,9
	1:10	45,3	66,7	66,2
	1:13	35,3	53,1	56,1



b)

Figura N° 1

Con la máxima humedad de mezclado (25 %), la disminución de la resistencia es de un 15% aproximadamente. Sin embargo cuando se duplica el TMG (9,3 mm.) los resultados son prácticamente coincidentes para porcentajes de humedades del 19 % y 22 %, cuando se emplea dosificaciones 1:7 y 1:10 (cemento-suelo). Para la máxima humedad de mezclado (25 %), la resistencia final se incrementa en un 15 %.

En resumen, para el tipo de suelo analizado se obtienen mayores resistencias finales cuando se aumenta el tamaño máximo del grano de 2,4 mm. a 9,3 mm.

Los resultados obtenidos no concuerdan con los esperados, ya que se supone que al disminuir el tamaño máximo del grano, se lograría mayor y mejor contacto entre las partículas de suelo y el

cemento, y en consecuencia mayores resistencias finales.



Analizando la superficie de fractura de las probetas ensayadas, se observa que en aquellas TMG #10 = 2,4 mm., la falla se produce en la interfaz pasta-grano, es decir, que la rotura sobreviene al superar las tensiones de adherencia, especialmente para bajos contenidos de agua de amasado (H = 19 %). En las probetas elaboradas con suelo pasante tamices N° 4 y 3/8" (TMG = 4,8 mm. y 9,3 mm.), en el plano de falla se evidencia además la fractura de granos de suelo, fundamentalmente cuando se utiliza mayor cantidad de agua de amasado (aproximada mente 25 %).

A medida que se aumenta el TMG, se observa una mejor distribución de la curva granulométrica (más extendida), lo cual conduce a mejorar la homogeneidad-compacidad y, consecuentemente la resistencia final del BTC.

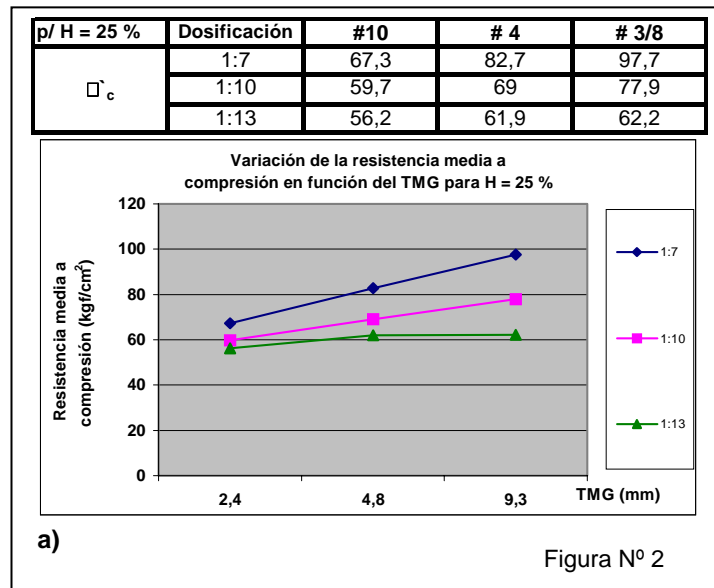


Figura N° 2

Esto obedecería a tres razones básicas:

- una granulometría extendida favorece la compacidad en beneficio de la resistencia final.
- la composición química de la tierra (arcilla), da lugar a suelos con alto valor soporte para estado seco, es decir, que sus partículas o granos poseen resistencias elevadas a compresión a medida que aumenta el TMG.
- al disminuir la superficie específica del grano, aumenta la relación pasta-suelo y en consecuencia la resistencia final del componente.



2. Influencia de la cantidad de cemento

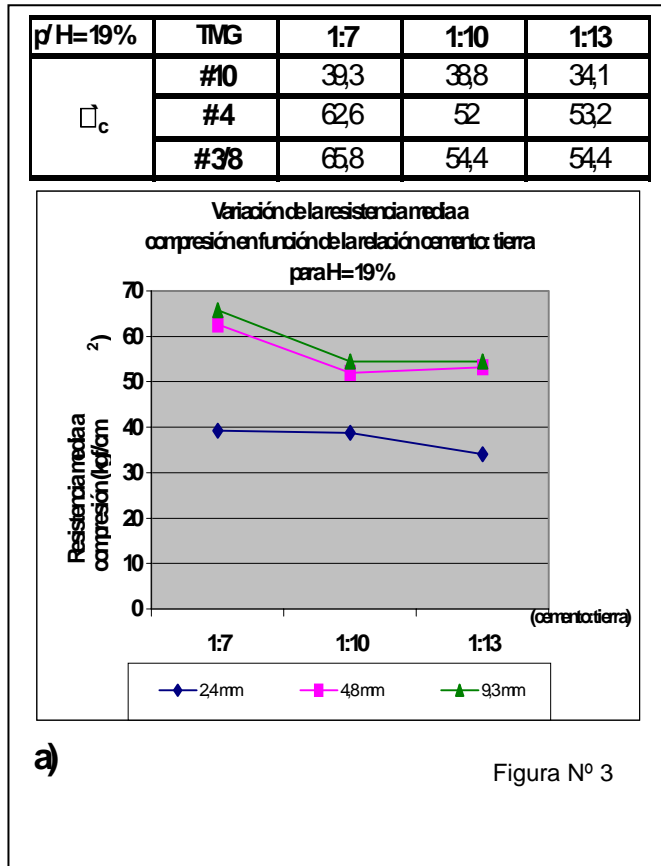


Figura Nº 3

El incremento de cemento en proporciones variables desde 1:7 a 1:13 (cemento-suelo) si bien confiere a las muestras un incremento en los valores de resistencia final, este no resulta directamente proporcional, observándose incluso variaciones prácticamente despreciables.

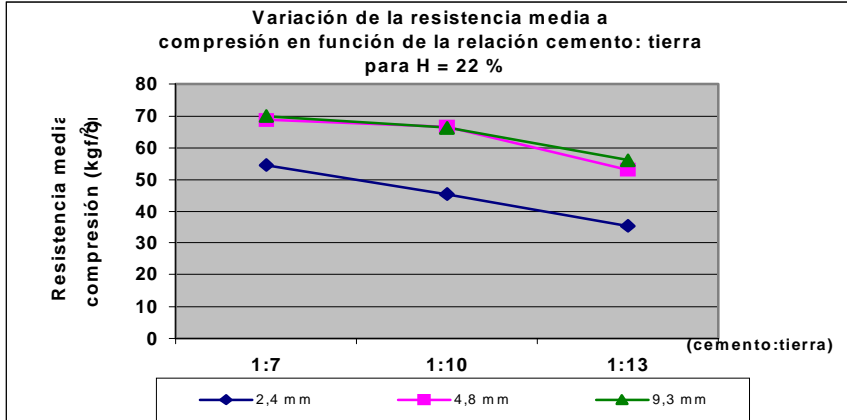
Se observa que el empleo de mayor cantidad de cemento produce incrementos no lineales en la resistencia final, dependiendo ésta fundamentalmente de la cantidad de humedad de la mezcla suelo-cemento.

En efecto, en algunos casos, se comprobó que con un 30 % de cemento, de 1:10 a 1:13, la resistencia final obtenida prácticamente no acusa diferencia para mezclas elaboradas con H = 19 % y H = 22 %.



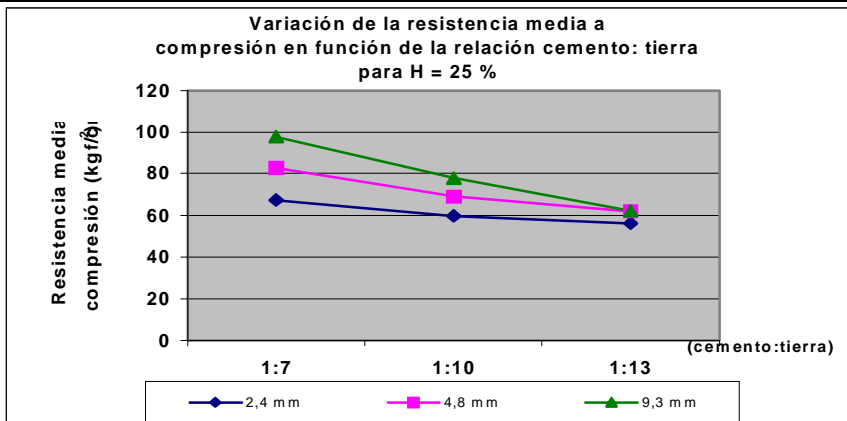
III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
 "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

p/ H = 22 %	TMG	1:7	1:10	1:13
□' c	#10	54,4	45,3	35,3
	# 4	68,7	66,6	53,1
	# 3/8	69,9	66,2	56,1



a)

p/ H = 25 %	TMG	1:7	1:10	1:13
□' c	#10	67,6	59,7	56,2
	# 4	82,7	69	61,9
	# 3/8	97,7	77,9	62,2



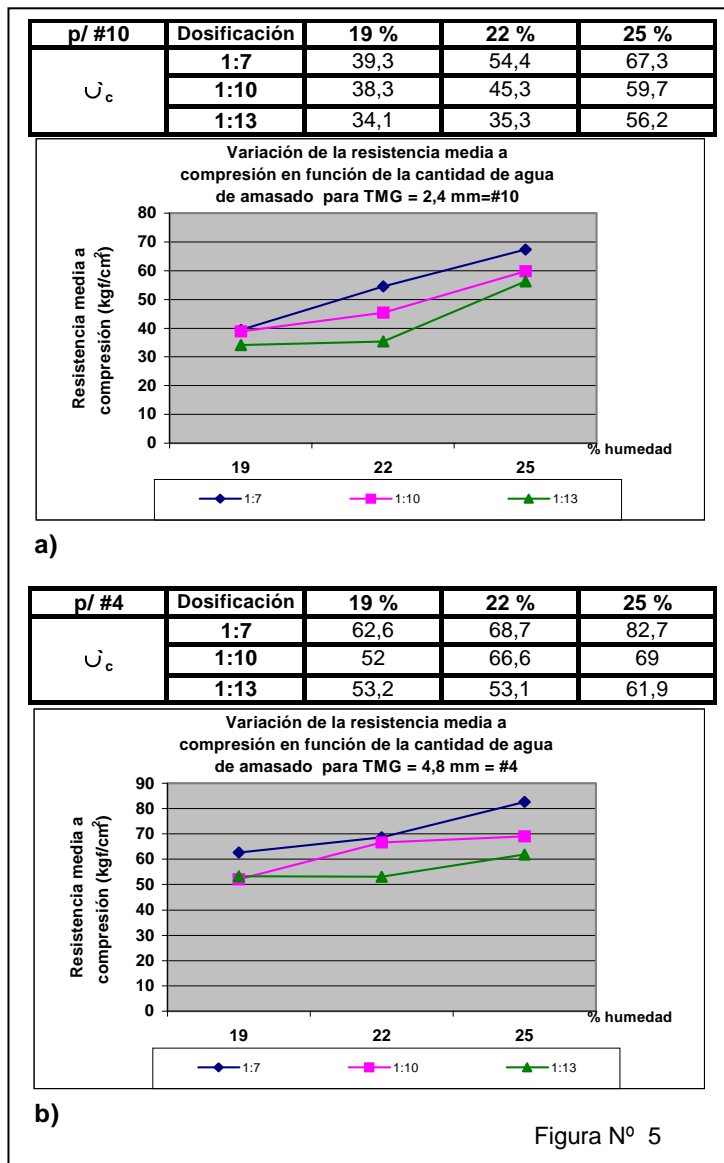
b)

Figura N° 4



3. Influencia de la humedad de mezclado (% H)

Los ensayos realizados, arrojan los resultados indicados en Figuras N^{os} 5a), 5b) y 6a).



En todos los casos, se observa un crecimiento de la resistencia final a medida que se aumenta el contenido de humedad registrando un incremento significativo entre H = 22 % y H = 25 %.

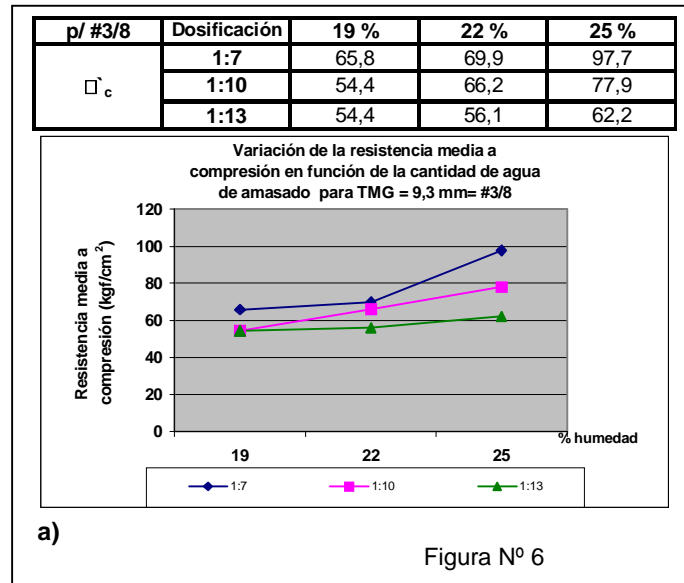
Se verifica que tal incidencia está relacionada con la cantidad de cemento empleado y el TMG de la tierra.

Al humectar la mezcla, el suelo absorbe un determinado porcentaje y el resto actúa como reactivo químico del cemento; cuando esta fracción disminuye del 22 % al 19 %, no se completa la reacción química, quedando inertes

las partículas no hidratadas sin aportar a la resistencia de la mezcla.



Por esta razón, las resistencias finales manifiestan variaciones en relación directa con el incremento de humedad y contenido de cemento empleado en la dosificación.



Si bien, la cantidad de agua absorbida por la mezcla depende de las características físico-químicas del suelo, también del volumen y número de granos que lo componen. En consecuencia, al disminuir el TMG, se reduce el volumen de cada grano, aumenta simultáneamente su superficie específica lo que provoca mayor absorción de agua, y por tanto disminuye su disponibilidad para la hidratación total del cemento.

Los resultados obtenidos indican que adoptando el contenido de humedad apropiado para el caso (H = 25 %), se logran máximas resistencias finales para las distintas mezclas diseñadas con el suelo pasante del tamiz 3/8" (TMG = 9,3 mm.).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos indican que la resistencia final del BTC varía en función de las tres variables analizadas: TMG; cantidad de cemento y humedad de mezclado.

Si bien los resultados indican que cada variable por sí misma influye directamente en la resistencia final del BTC, en ningún caso se pudo establecer una relación lineal que determine proporcionalidad directa entre causa y efecto.



Se verifica que el comportamiento experimentado por las probetas ensayadas a compresión simple es consecuencia directa de la interacción de las variables analizadas: TMG, cantidad de cemento y humedad de mezclado. La participación en cantidad y calidad de cada una de ellas define la resistencia final del bloque comprimido de suelo-cemento. Es posible por tanto alcanzar un valor determinado de resistencia final, predeterminando adecuadamente cada variable a fin de lograr máxima economía de producción.

A modo de ejemplo, se demuestra que es posible obtener una resistencia final de 60 kgf/cm² con una reducción de 50 % de cemento, variando solamente la cantidad de agua de amasado de la mezcla.

$$\sigma'_{ms-c} = 62,2 \text{ kgf/cm}^2 \left\{ \begin{array}{l} \text{Dosificación 1:7} \quad \text{con H} = 19 \% \\ \text{Dosificación 1:13} \quad \text{con H} = 25 \% \end{array} \right.$$

Los resultados preliminares expuestos, justifican la continuidad y profundización del estudio, relacionando todas las variables intervinientes en la producción del bloque comprimido de suelo-cemento, incluso las determinadas por su diseño (forma y dimensiones) planteada por los autores en el sistema LAMARS y eventuales incorporaciones de fibras para absorber esfuerzos de tracción (ver Anais I^{er} SIACOT. 2002)

CONSIDERACIONES FINALES

Las características del suelo utilizado para este trabajo, corresponden a una muestra típica del subsuelo de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Por tratarse de un suelo plástico (IP=7), fue posible determinar tres porcentajes de humedad de mezclado diferentes, que permitían la trabajabilidad de la mezcla.

Pruebas previas realizadas mostraron que a medida que disminuye el IP del suelo, el rango de variación en la cantidad de humedad de mezclado se reduce, llegando a obtener un solo porcentaje de humedad para suelo con IP= 0, que permita mezclas trabajables.

Se deduce que, esta variable tiende a un valor constante a medida que disminuye el IP del suelo, por lo que su influencia deja de ser un factor de ajuste.

Del análisis realizado se deduce que a medida que el límite líquido del suelo se aproxima al límite plástico, la resistencia final del BTC, tiende a depender exclusivamente de la cantidad de cemento a utilizar.

La verificación de esas hipótesis conformaría la etapa complementaria de



este trabajo y posibilitaría la confección de tablas o ábacos para el diseño de mezclas en función del tipo de suelo bajo condición de máxima economía para obtener las resistencias finales del BTC.

BIBLIOGRAFÍA

- Mellace, R.; Roton- 2002 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE**
daro, R.; Latina, S.; **TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA -**
Sosa, M.; Arias, E.; **ETAPA II: PROTOTIPOS DE MUROS.** Publica-
Alderete, C. ciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra Cruda
- ISSN: 1514 / 1764
- Arias, Lucía E. 2002 **MAMPOSTERÍA DE BLOQUE COMPRIMIDO DE**
Alderete, Carlos E. **TIERRA-CEMENTO CON JUNTA DE ASIENTO -**
Mellace, Rafael F. Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos
de la envolvente", issn: 0328/6240, pp.14
- Arias, Lucía E. 2002 **CONTROL DE LA ABSORCIÓN EN BLOQUES**
Alderete, Carlos E. **COMPRIMIDOS DE SUELO-CEMENTO.** Edición
Mellace, Rafael F. LEME. Serie: "Componentes constructivos de la
envolvente", issn: 0328/6240, pp.8
- Mellace, R.; Roton- 2001 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE**
daro, R.; Latina, S.; **TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA -**
Sosa, M.; Arias, E.; **ETAPA I: DISEÑO Y ENSAYOS PREVIOS.** Pu-
Alderete, C. blicaciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra
Cruda - ISSN: 1514 / 1764
- Mellace, R.; 1998 **ENSAYOS FÍSICOS DE SUELOS Y COMPO-**
Alderete, C. **NENTES CONSTRUCTIVOS DE TIERRA CRU-**
DA. BOLICHE Y SALÓN DE FIESTAS K-SAMA
- SANTA MARÍA, CATAMARCA- Publicaciones
LEME Serie: Componentes constructivos de la
envolvente - ISSN: 0328/3240, pp 25



Autores

Lucía Elizabeth Arias: Ingeniera Civil. Candidato a Magíster en "Auditoría Energética" FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC, Tucumán, y miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED HABYTED.
Tel. 0381-4364093 (int. 123) / e-mail: lucielizabteharis@yahoo.com.ar , arias-alderete@arnet.com.ar

Carlos Eduardo Alderete: Ingeniero Civil. Candidato a Magíster en "Auditoría Energética" FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC, Tucumán, y miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED HABYTED.
Tel. 0381-4364093 (int. 123) / e-mail: calderete18@hotmail.com , arias-alderete@arnet.com.ar

Rafael Francisco Mellace: Arquitecto. Candidato Magíster UBB-Chile. Profesor Titular. Director Proyectos de investigación CIUNT y ANPCYT. Director Instituto de Tecnología Arquitectónica y del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC.
Tel. 0381-4364093 (int. 123) / e-mail : rfmellace@herrera.unt.edu.ar



VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BTC SEGÚN DISTINTOS ESTADOS HIDRICOS

Lucía E. Arias - Carlos E. Alderete- Rafael F. Mellace

RESUMEN

Las construcciones con tierra son en general, vulnerables frente a la acción directa del agua, circunstancia que debe ser debidamente considerada al momento de su diseño, tanto arquitectónico como constructivo-estructural, a fin de garantizar su adecuado desempeño en términos de estabilidad, resistencia y durabilidad.

A diferencia de otros materiales, el agua actúa modificando las propiedades físicas y mecánicas de los elementos constructivos, pudiendo provocar incluso su destrucción total.

Este hecho constituye la causa de numerosas patologías de orden estructural, observadas frecuentemente en muros de tierra resueltos según las diversas técnicas más usuales.

Conocer la variación de tales propiedades en el material, en función del contenido de humedad o estado hídrico que presenten los componentes básicos y/o elementos constructivos, permitiría establecer el estado real de solicitaciones a que se encuentran sometidos en cada caso particular.

El trabajo sintetiza los resultados del estudio efectuado sobre bloques comprimidos de suelo-cemento (BTC) determinando las variaciones de resistencia última a compresión para distintos contenidos de humedad.

En la confección de los BTC se utilizaron mezclas con distintos contenidos de cemento pórtland, de humedad de mezclado y de tamaño máximo de las partículas obtenidas luego del tamizado del suelo (TMG). Las diferentes series de bloques se ensayaron después de 28 días y variados estados hídricos. Los resultados obtenidos permiten cuantificar en cada caso, la variación de resistencia de las muestras, observándose notorias reducciones conforme incrementa su contenido de humedad.

Las conclusiones remarcan la importancia de su consideración cuando se evalúa la magnitud de las solicitaciones -estáticas y/o dinámicas- y las tensiones de trabajo a tener en cuenta en el cálculo estructural y, concomitantemente en el diseño de las mezclas.

ABSTRACT

It is well known that earthen constructions are vulnerable to the action of water. This fact is to be taken in consideration in their design, if the highest



performance –stability, resistance and durability- is desired.

Water modifies the physical and mechanical properties of the constructive elements, thus leading to their destruction. This is the cause of various structural pathologies, frequently observed in earthen walls, designed following common techniques.

The knowledge on the variation of the properties of this material, as a function of its humidity, will help establish the actual demand to which they are exposed.

The variation of the resistance of compressed soil-cement blocks (BTC), for different contents of water, is presented in this work.

BTC were built with different proportions of portland cement, maximum soil-particle size (TMG) and humidity. All blocks were aged 28 days before tested.

The variation of the resistance was calculated, and a noticeable reduction of this property was observed as the humidity increased.

We can conclude from the obtained results that static and dynamic demands and working tensions are important factor to be taken into account for the design of blocks.

INTRODUCCIÓN: Marco teórico conceptual

Las mamposterías en general constituyen sistemas constructivos realizados mediante técnicas de ejecución simples. Estas se basan en la superposición ordenada de mampuestos unidos con mezclas de asiento formando juntas horizontales y verticales, con el objeto de obtener un comportamiento monolítico frente a la acción de cargas exteriores.

Concebidas para delimitar espacios físicos, deben ser diseñadas para dar respuesta a necesidades visuales, térmicas, acústicas, estructurales y/o constructivas, definidas a partir del proyecto arquitectónico.

Diseñar una mampostería significa seleccionar los materiales, formas, dimensiones y técnicas constructivas adecuadas a partir de las propiedades de cada componente, para dar respuesta a cada requerimiento.

Los muros constituidos por bloques de suelo-cemento comprimido con juntas de asiento del mismo material, presentan la ventaja frente a otros conformados por ladrillos cerámicos, bloques de hormigón, etc, de ser diseñados para responder al estado de sollicitaciones actuantes para cada caso en particular.

Esto se debe a la posibilidad de fabricar in situ, mampuestos con propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas resultantes del diseño de mezclas suelo-cemento más conveniente.



Si bien, esto significa una reducción importante de costos, es necesario al mismo tiempo garantizar que estas propiedades permanezcan inalterables frente a la acción de agentes exteriores como ser el agua, por ejemplo.

Las construcciones de tierra son sensibles a la acción del agua, ya sea que esta incida en forma directa por lluvias o inundaciones, o bien por capilaridad desde el suelo de fundación.

En el caso de adobes, el agua actúa disociando las partículas del suelo provocando la destrucción del mismo. Esto es fácil de entender, si se tiene en cuenta que la forma y propiedades adquiridas se deben únicamente a la acción del aglomerante natural que tiene el suelo (arcilla) con el cual es fabricado.

La presencia de agua actúa sobre el aglomerante primero plastificándolo y luego al superar el límite líquido del suelo, pasa del estado plástico al fluido desintegrando total o parcialmente el mampuesto.

Esto implica que las propiedades del material varían en función del contenido de humedad con lo cual su utilización deberá ser condicionada. Sin embargo, en el caso de bloques estabilizados de suelo-cemento comprimido el comportamiento observado es diferente al de adobes para igual situación de exposición.

Nos preguntamos entonces, si es posible el diseño de mezclas de suelo-cemento que aseguren la inalterabilidad de sus propiedades, o bien cuantificar dicha variación con el objeto de dosificar en función de ello.

Definición del enfoque

El bloque de suelo-cemento comprimido debe sus propiedades al diseño de la mezcla de suelo, aglomerante y agua a emplear en el proceso de fabricación. Para ello, es necesario conocer las características de cada componente.

El diseño consiste entonces en cuantificar la cantidad necesaria de cada uno de ellos para obtener un producto resultante del proceso de dosificación que reúna las propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas determinadas en la etapa de dimensionado.

La etapa de dimensionado, puede considerarse como la más importante en las construcciones de tierra cuando buscamos máxima economía.

Es allí donde se determinan las propiedades necesarias de los distintos componentes a fin de que las mismas puedan generar un estado de tensiones internas capaz de responder a sollicitaciones debidas a cargas estáticas y dinámicas actuantes.

Si se tiene en cuenta que el estado de sollicitaciones es función directa del peso unitario del material, resulta entonces que un incremento de peso por



efecto de absorción de agua significaría mayores solicitaciones finales. Por otro lado el aglomerante actúa uniendo las partículas de suelo por reacción química. En este proceso los granos de tierra son adheridos entre sí por la pasta cementicia que los rodea. La presencia del agua podría actuar reduciendo las tensiones de adherencia intergranular llegando a disociarlas en perjuicio de la resistencia final del bloque.

Estudiar la variación de la resistencia que produciría en función de la cantidad de agua absorbida, conduciría a establecer la resistencia final de rotura para estas condiciones.

El análisis realizado, indicaría que es difícil asegurar la inalterabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques.

Sin embargo estudiar la variación de peso unitario y resistencia a compresiones originadas por la absorción de agua, permitirá determinar el estado final de solicitaciones y tensiones a considerar en la etapa de dimensionado y posterior diseño de las mezclas.

MARCO METODOLÓGICO: Resumen del trabajo

El trabajo consistió en la realización de muestras preparadas con la máquina CINVARAM para distintas dosificaciones de suelo-cemento (medidas en peso), distintos TMAG y distintos porcentajes de humedad de mezclado utilizada previo moldeo.

A la edad de 28 días son retiradas de la cámara de curado y secadas al aire hasta peso constante. Luego se sumergen en agua a temperatura ambiente (15-20 °C) y se controla el peso a distintos intervalos de tiempo: 15'; 30'; 1 h; 2 hs. hasta las 24 horas.

A partir de ese momento se dejan las probetas al aire libre y se ensayan a compresión para distintos estados de humedad (5%; 10 %; 15 % y 20 %).

Por último se evalúan los resultados para formular las conclusiones y recomendaciones.

OBJETIVOS

- ▶ Determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas para distintas dosificaciones de mezclas, de diferentes estados hídricos del BTC.
- ▶ Cuantificar la variación producida en las propiedades físicas y mecánicas del bloque debido a la absorción de agua con el objeto de determinar los valores a utilizar en el cálculo estructural y definir tensiones de diseño de diferentes mezclas de suelo-cemento.



RESULTADOS

1. ABSORCIÓN

De acuerdo a lo esperado todas las muestras ensayadas registraron un incremento de peso debido a la absorción de agua, independientemente de las variaciones consideradas: TMAG, porcentaje de agua de mezclado y dosificación de suelo-cemento.

La cantidad de agua absorbida alcanza el 20 % del peso de la muestra en estado seco a las 24 horas de sumergidas, mientras que el mínimo registrado a los 15 minutos fue de 9,4 %.

Las muestras absorben agua dentro de este rango, sin responder a un patrón de comportamiento lo que no permite definir conclusiones particulares. Por otro lado, la variación que se produce en cada caso es tan pequeña que no se generan diferencias del peso unitario.

Se resumen los resultados obtenidos en la Tabla N° 1

Tamiz	Cemento:tierra	% absorción A					% Humedad mezclado
		15'	30'	1 h	2 h	24 h	
# 3/8		14,57	14,61	14,68	14,88	15,54	19
	1:7	11,54	12,02	12,15	12,27	13,03	22
		11,87	12,65	13,30	13,47	14,41	25
		17,61	17,82	17,87	18,13	18,68	19
	1:10	15,66	15,90	15,93	16,23	16,81	22
		15,02	15,80	16,04	16,20	17,12	25
		14,84	15,10	15,37	15,43	16,20	19
	1:13	15,08	15,66	15,95	16,12	16,85	22
		13,64	15,68	16,35	16,50	17,26	25
18,58		18,63	18,82	19,06	20,12	19	
# 4	1:7	17,99	17,91	18,29	18,70	19,75	22
		13,91	13,91	13,97	14,14	15,09	25
		15,79	15,79	15,87	15,89	16,52	19
	1:10	14,64	15,51	15,77	15,99	16,54	22
		9,39	10,23	10,72	11,10	11,91	25
		14,27	14,49	14,59	15,70	15,90	19
	1:13	15,33	15,56	15,84	16,06	16,52	22
		12,68	14,60	15,66	15,94	16,37	25
		13,26	13,48	13,64	13,82	14,28	19
# 10	1:7	11,91	12,21	12,40	12,65	13,21	22
		10,39	10,90	11,13	11,36	11,77	25
		18,59	18,71	18,84	18,91	19,09	19
	1:10	17,51	17,43	17,61	17,66	18,26	22
		17,25	17,56	17,75	17,97	18,76	25
		17,79	17,91	18,05	18,16	17,94	19
	1:13	16,57	16,81	16,95	15,08	17,65	22
		14,68	15,95	16,33	16,44	17,07	25

Tabla N° 1. Variación de la absorción de bloques comprimidos de suelo-cemento en función del tiempo.



Se observa en general que la cantidad de agua absorbida (% A) es inversamente proporcional a la humedad de mezclado. Las mezclas elaboradas con 19 % de humedad, absorben más agua que aquellas preparadas con el 25 %. Esto se repite para las distintas dosificaciones empleadas y TMG adoptados.

Por otra parte, se aprecia que a los 15 minutos de sumergidas, el 50% de las muestras absorbieron más del 15% de agua. Al cabo de 24 horas el 80 % de las muestras absorbió el 15 %. O sea que la variación de absorción en función del tiempo no es proporcional, sino más bien responde a la ecuación de una curva, con tendencia asintótica. Estos resultados concuerdan plenamente con los registrados en "Absorción de humedad en los bloques comprimidos de suelo-cemento" (Arias-Alderete-Mellace), comunicado en el Seminario de Arquitectura de Tierra Cruda realizado en Tucumán, 2002.

La configuración de las gráficas para las otras variaciones es idéntica por lo que se grafica (figura N° 1) la variación de la absorción A en función del tiempo para tamiz N° 4 = 4,8 mm, dosificación 1:10 y humedad de mezclado: 19 %; 22 % y 25 %.

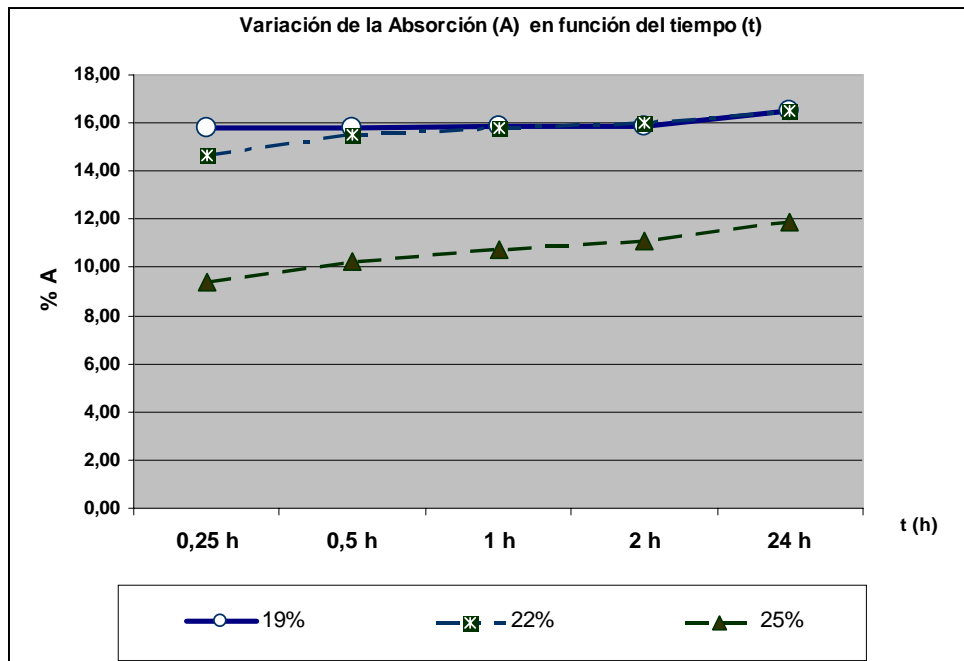


Figura N° 1



2 RESISTENCIA

Se verifica una disminución general y bastante acentuada de la resistencia final a compresión de todas las muestras, inversamente proporcional a la cantidad de agua absorbida.

Se observa, en general, que el comportamiento no es aleatorio como en el caso de absorción para distintos TMG, dosificación suelo-cemento y cantidad de humedad de mezclado, sino más bien, la disminución de resistencia sigue el mismo alineamiento que el determinado por las variables adoptadas en estado seco.

El orden de reducción varía desde dos a seis veces el valor de referencia para estado seco en función de la cantidad de agua absorbida.

		Humedad de mezclado (%)														
		19					22					25				
		Absorción (%)					Absorción (%)					Absorción (%)				
TMG	Dosificación	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
# 10	1:7	39,3	31,3	28,6	25,6	10,1	54,4	33,6	30,3	23,9	12,2	67,3	41,2	27,9	25,4	13,4
	1:10	38,8	14,6	13,8	9,4	7,2	45,3	27,4	18,2	13,6	10,1	59,7	28,4	21,3	19,9	11,7
	1:13	34,1	13,2	12,3	8,8	6,3	35,3	27,1	15,1	10,4	7,9	56,2	27,4	19,1	13,7	8,6
# 4	1:7	62,6	24,4	15,1	11,7	11,6	68,7	33,6	24,9	18,8	13,2	82,7	41,8	25,4	15,4	14,4
	1:10	52	17,1	12,4	8,8	6	66,6	25,7	22,06	16,9	9,9	69	32,2	22,5	15,3	13,3
	1:13	53,2	18,9	8,8	7,6	-	53,1	19,9	18,9	11,3	8,62	61,9	30,4	20,9	14,4	12,8
# 3/8	1:7	65,8	27,1	17,6	15,3	-	69,9	28	24,7	18,5	14,4	97,7	49,3	39,3	25,9	19,6
	1:10	54,4	25,2	15,8	14,2	13,2	66,2	26,9	21,3	17,4	13,8	77,9	31,1	27,7	22,9	16,6
	1:13	54,4	21,6	13,2	12,2	10,4	56,1	21,8	10,5	12,2	11,2	62,2	29,2	22,3	20	11,9
Factor de reducción de resistencia referidas a estado seco		1	2-3	3-4	4-5	5-6	1	1,5-2,5	2-3	3-4	5-6	1	2-2,5	2-3	3-4	5-6

Tabla Nº 2: Variación de la resistencia a compresión en función de la absorción A para distintas dosificaciones y humedad de mezclado.

Según se observa en tabla Nº 2 para contenidos de agua del 5 % en peso la resistencia a rotura se reduce de 2 a 3 veces respecto de su valor es estado seco.

Para el máximo valor determinado de humedad (A= 20 %), la resistencia final se reduce 1/5 a 1/6 de la original para estado seco.

En otras palabras, un bloque sumergido 24 horas en agua experimenta una resistencia final de cinco a seis veces menor que la referida a estado seco.

De los resultados obtenidos para el 15 % de contenido de humedad (A= 15 %), se observó que la reducción de resistencia es de 3 a 4 veces menor que la de la probeta patrón.



Se grafica (figura N° 2) la resistencia a compresión de los bloques en función de la absorción para tamiz N° 4, dosificación 1:10 y humedad de mezclado 19 %; 22 % y 25 %.

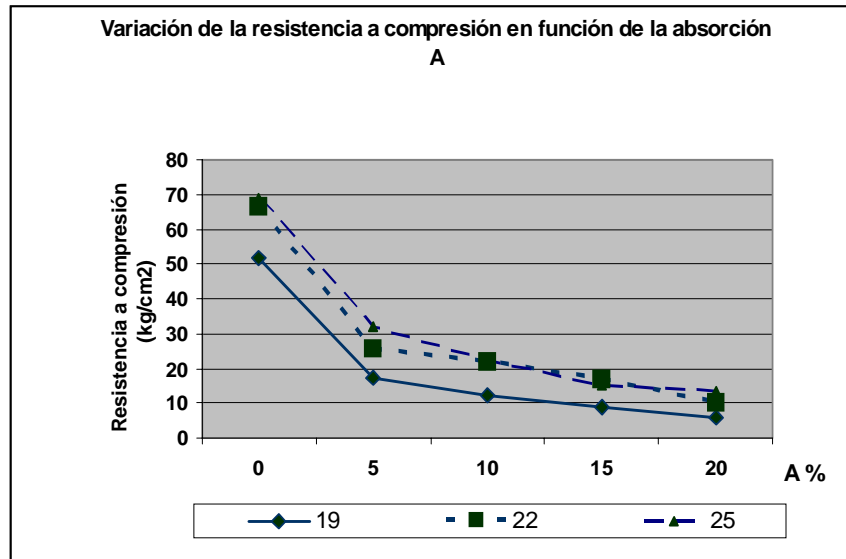


Figura N° 2

El estudio realizado, determinó que:

- 1) La resistencia a compresión de los bloques de suelo-cemento varía con el contenido de humedad de los mismos.
- 2) La resistencia disminuye a medida que aumenta el % de absorción.
- 3) La variación observada es independiente de la dosificación de la mezcla; TMG y % de humedad de mezclado.
- 4) Es posible determinar un coeficiente aproximado de reducción en función de la cantidad de agua absorbida (para el suelo analizado).
- 5) Para la condición más desfavorable (estado saturado), la pérdida de resistencia es de 5 a 6 veces que la correspondiente a estado seco.
- 6) Para estado saturado, no existe pérdida total de resistencia.



CONCLUSIONES

"Las edificaciones de tierra, son construcciones vulnerables a la acción del agua".

Una afirmación por todos conocida que nos obliga a tomar precauciones necesarias desde la concepción misma del diseño arquitectónico hasta la materialización final de la obra.

El estudio realizado muestra que, los bloques de suelo-cemento no escapan a aquellas afirmaciones a pesar de ser estabilizados químicamente.

Sin embargo, es posible determinar las variaciones que produce el efecto de la humedad en las propiedades físicas y mecánicas de los mismos a fin de asegurar estabilidad y confiabilidad estructural, para condición más desfavorable.

Esto es así, debido a que es factible establecer el incremento de peso a producirse por efecto de la absorción, a fin de determinar el estado final de sollicitaciones a considerar en el cálculo.

Se observa que, si a los 15 minutos de sumergidas las muestras absorben un 15 % de agua, medidas en peso, la resistencia a considerar para el dimensionado será de 3 a 4 veces menor que la necesaria para estado seco. En tal caso se puede dosificar la mezcla para una resistencia 3 a 4 veces mayor que la referida a estado seco; otra opción sería, impermeabilizar el muro a fin de asegurar que la absorción máxima sea inferior al 15, para la cual el factor de corrección de resistencia podría variar de 1 a 1,5 ("Absorción de bloques comprimidos de suelo-cemento"- Arias-Alderete-Mellace, 2002).

RECOMENDACIONES

Una alternativa práctica podría ser calcular y dimensionar para estado seco y efectuar las verificaciones de resistencias finales adoptando un coeficiente de seguridad equivalente al factor de reducción que corresponda.

Los valores de absorción se determinan para muestras totalmente sumergidas en agua y, para distintos intervalos de tiempo Sería de interés como complemento de esta investigación relacionar valores con condiciones reales de exposición a la acción de lluvias, determinando intensidades y tiempos equivalentes para obtener igual absorción de agua.



BIBLIOGRAFÍA

- Mellace, R.; Roton- 2002 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE**
daro, R.; Latina, S.; **TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA -**
Sosa, M.; Arias, E.; **ETAPA II: PROTOTIPOS DE MUROS.** Publica-
Alderete, C. ciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra Cruda
- ISSN: 1514 / 1764
- Arias, Lucía E. 2002 **MAMPOSTERÍA DE BLOQUE COMPRIMIDO DE**
Alderete, Carlos E. **TIERRA-CEMENTO CON JUNTA DE ASIENTO -**
Mellace, Rafael F. Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos
de la envolvente", issn: 0328/6240, pp.14
- Arias, Lucía E. 2002 **CONTROL DE LA ABSORCIÓN EN BLOQUES**
Alderete, Carlos E. **COMPRIMIDOS DE SUELO-CEMENTO.** Edición
Mellace, Rafael F. LEME. Serie: "Componentes constructivos de la
envolvente", issn: 0328/6240, pp.8
- Mellace, R.; Roton- 2001 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE**
daro, R.; Latina, S.; **TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA -**
Sosa, M.; Arias, E.; **ETAPA I: DISEÑO Y ENSAYOS PREVIOS.** Pu-
Alderete, C. blicaciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra
Cruda - ISSN: 1514 / 1764
- Mellace, R.; 1998 **ENSAYOS FÍSICOS DE SUELOS Y COMPO-**
Alderete, C. **NENTES CONSTRUCTIVOS DE TIERRA CRU-**
DA. BOLICHE Y SALÓN DE FIESTAS K-SAMA
- SANTA MARÍA, CATAMARCA- Publicaciones
LEME Serie: Componentes constructivos de la
envolvente - ISSN: 0328/3240, pp 25

Autores

Lucía Elizabeth Arias: Ingeniera Civil. Candidato a Magíster en "Auditoría Energética" FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC, Tucumán, y miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED HABYTED. Tel. 0381-4364093 (int. 123) / e-mail: lucielizabteharías@yahoo.com.ar , arias-alderete@arnet.com.ar

Carlos Eduardo Alderete: Ingeniero Civil. Candidato a Magíster en "Auditoría Energética" FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC, Tucumán, y miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED HABYTED. Tel. 0381-4364093 (int. 123) / e-mail: calderete18@hotmail.com , arias-alderete@arnet.com.ar

Rafael Francisco Mellace: Arquitecto. Candidato Magíster UBB-Chile. Profesor Titular. Director Proyectos de investigación CIUNT y ANPCYT. Director Instituto de Tecnología Arquitectónica y del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC. Tel. 0381-4364093 (int. 123) / e-mail : rfmellace@herrera.unt.edu.ar



TEMA 4

ARQUITECTURA DE TIERRA:

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO;
INVESTIGACIÓN, INTERVENCIÓN, DIFUSIÓN



UN PLAN DE INTERVENCIÓN PARA RESGUARDAR NUESTRO PATRIMONIO ANTE UN EVENTO SÍSMICO

Arq. Ana María Moeykens - Arq. Patricia Gramajo

RESUMEN

El problema sísmico fue y sigue siendo un permanente desafío a la humanidad, es el causante de los mayores desastres naturales, se produce sin previo aviso y en pocos segundos destruye todo aquello que el hombre ha construido y muchas veces sitios con gran valor patrimonial, edificios que no debieran desaparecer nunca, ya que son referentes que nos permiten escribir la historia pasada, presente y futura.

Los daños de estos referentes, muchas veces irreparables, provoca una pérdida de identidad y un sentimiento de desarraigo cayendo en el olvido.

Mantener estos edificios es importante. "Conservar y restaurar los monumentos es una disciplina que requiere la colaboración de todas las ciencias y de todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y a la salvaguarda del patrimonio cultural" (Carta de Venecia).

Intervenir en un bien patrimonial construido con tierra y conociendo las limitaciones del material propiamente dicho es necesario, para poder prevenir su deterioro ante estos eventos, realizar cuidadosos relevamientos, individualizando las correspondientes técnicas constructivas y tipologías estructurales, para determinar en lo posible la presencia de elementos débiles, o de lo contrario otros muy seguros o la ausencia total de los mismos y de esta forma poder verificar los mecanismos resistentes.

Para realizar esta tarea proponemos un plan de intervención teniendo en cuenta una etapa de relevamiento para poder realizar un juicio cualitativo y cuantitativo sobre la seguridad del bien patrimonial.

De esta manera se podrá controlar el posible daño del edificio y estimar la vulnerabilidad del elemento en estudio.

ABSTRACT

The seismic problem was and comes afterwards being a permanent I defy humanity, the cause becomes of bigger natural disasters, it is produced without previous warning and in few seconds he destroys entire cities, that, that the man has constructed destroys everything and many times places with great patrimonial value, buildings that they should not disappear never, since they are referent that they permit writing us the stale history, present and future.



They are places that they talk about our cultural roots to us, with grand historic, social, architectonic and technological moral values and that besides they show a true regional identity.

The referent damages of these, many times irreparable, he provokes a loss of identity and a sentiment of uprooting incurring in oversight.

Misgivings are not necessary to the need to preserve the patrimony is a problem right now installed in several groups of our modern society, but still lack very much to go over.

Maintaining these buildings is important: To preserve and to restore the monuments is a discipline that requires the collaboration of all the sciences of all the techniques and that they may contribute to the study and to he safeguards her of the cultural patrimony (Letter of Venice).

Intervening in a patrimonial good forged with land and knowing the limitations of the actual material is necessary, in order to be able to prevent his deterioration in front of these events, to accomplish careful statements, individualizing the correspondent constructive techniques and structural typologies, in order to determine the presence of weak elements as much as possible, or otherwise very safe others or total absence of the same and in this way to be able to verify resistant mechanisms.

In order to accomplish this task we propose a plan of intervention taking into account a stage of statement to be able to accomplish a qualitative judgment and quantitative envelope the certainty of the very patrimonial.

This way the possible damage of the building and estimating the vulnerability of the element under consideration will be able to get under control.

INTRODUCCIÓN

El concepto sobre un bien patrimonial fue cambiando a través de los siglos. Por ejemplo un bien patrimonial en el siglo XIII era un simple listado de elementos, en el siglo XVI era un asiento de bienes o cosas de una persona o de un grupo de personas con un cierto orden, en el XIX es el reconocimiento de la totalidad del bien más un valor económico.

Para este último concepto es imprescindible la búsqueda de componentes que identifiquen el bien. Debemos conocer los elementos que nos dan las características genéricas: ornamentales, de fachada y definir los elementos que nos dan las características tipológicas: técnicas constructivas, materiales, sistemas estructurales, etc. Todos estos son componentes de una identidad. Por lo tanto, una vivienda de escala doméstica, una estación de ferrocarril, tienen tanto valor como un palacio, una iglesia, etc.



Un bien patrimonial tiene que ver con la tecnología, es tan importante una construcción de tierra, piedra, madera como las de ladrillo, mármol, hormigón, etc. Todo edificio tiene contexto y circunstancia. Las construcciones de tierra son monumentos que van mucho más allá de lo que ofrece como materia, tiene un valor popular que se opone al hormigón, al ladrillo, etc.

¿Por qué se debe preservar el patrimonio?

Conservar significa mantener el valor cultural del lugar: valor histórico, social, urbanístico, arquitectónico y tecnológico; valores estos que constituyen la identidad de un área en general y de un elemento en particular.

Vulnerabilidad sísmica y patrimonio

Los edificios considerados como patrimonio histórico forman parte de asentamientos y muchas veces son verdaderos tesoros imposibles de reponer, agravando su situación cuando los mismos se encuentran en zonas con peligro sísmico y la mayoría de ellos fueron diseñados sin tener en cuenta estos potenciales eventos. Es de gran importancia un diagnóstico adecuado y un reconocimiento previo del edificio para poder hablar de una correcta restauración, rehabilitación o conservación de un bien patrimonial.

Construcciones de tierra con valor arquitectónico

Estas construcciones, se caracterizan por estar edificadas con materiales frágiles y han logrado, algunas, sobrevivir terremotos con distinto grado de daños, debido a la característica de su construcción, carácter masivo en sus proporciones, etc.

Subsisten en nuestra provincia iglesias primitivas, como la Iglesia San Ramón Nonato de Amaicha del Valle (1888), la estancia y capilla de los Jesuitas de La Banda, Tafí del Valle (1716), entre otras, construidas en adobe, de características masivas, siendo muy importante el patrimonio existente en todo el NOA (viviendas, cascos de estancias, Iglesias).





Foto N° 1 – Imagen del Templo de San Ramón Nonato (Amaicha del Valle) alrededor de 1920.

Estos bienes que representan un valor importante para la sociedad, no generan en la misma una conciencia de preservación de estos sitios.

Así como subsisten algunas de estas construcciones, también perdimos parte de nuestro patrimonio por efecto del deterioro y la acción de los sismos: La Capilla de San Joaquín conocida como "Las Trancas", sufrió el embate de dos terremotos, uno en 1819 cuyos deterioros fueron reparados hasta dejarla casi renovada y otro en 1826 que obligó a reedificarla, la Capilla de Nuestra Señora del Rosario, en Burruyacú, data su existencia desde 1785, derruida luego, procediéndose a su reconstrucción por la década de 1860, siendo habilitada en 1885, restaurada en 1932 y diez años más tarde un gran temblor obligó a demoler el frontis para evitar accidentes, la Capilla de La Banda, Tafí del Valle, en 1914 también sufrió daños y se desplomaron muros debido a un fuerte temblor.



Foto N° 2 – Imagen de la Iglesia de Trancas destruida por un terremoto –
Dibujo de viajes de Edmundo Temple.

Restaurar o conservar

Es un conjunto de acciones con todos sus valores: documental, tecnológico, constructivo y con todo su significado.

- 1.- Conocimiento: conocer, estudiar, relevar, investigar, reflexionar y actuar (esto es restaurar) – Valorar -
- 2.- Reflexión: como fue, como es, que se le pide y cómo ha de ser.
- 3.- Intervención: elección de criterios en función de objetivos, medios y circunstancias.
- 4.- Mantenimiento: es fundamental mantener lo que se ha restaurado.

Plan de intervención

1 - Antecedentes históricos: ubicación, característica tipológica, estructural y espacial:

- * Fuentes editas: libros, revistas, periódicos, separatas, folletos, etc.
- * Fuentes inéditas: archivos históricos, eclesiásticos, institucionales, etc.
- * Fuentes cartográficas.
- * Fuentes gráficas.

2 – Abordaje: investigación documental: textos, planos, fotografías, gráficas, etc., todos estos deben ser interpretados para poder realizar el trabajo en obra.



3 - Trabajar "in situ": se debe trabajar con las evidencias de la obra ya sean explícitas o emergentes: testimonios, hallazgos, etc. Todas estas evidencias se deben documentar mediante fichas, planos, fotografías, dibujos, etc.

* Se deben inspeccionar los desajustes que se observan, catear cuando sea necesario, explorar, buscar, etc. en muros, pisos, techos, carpinterías, instalaciones, etc. Detectar: desajustes, deterioros y patologías.

- desajustes funcionales
- desajustes formales.
- desajustes estructurales

* Etapa de detección del deterioro.

* Etapa de detección de patologías.

4 – Registro de desajustes: se deben registrar los desajustes en planos y fichas, trabajando los mismos desde lo general a lo particular.

- Fichas de cateo: esta ficha es instantánea, tiene una instancia gráfica, fotográfica y documental. Estas son trabajadas con números, colores y referencias al plano de desajustes, donde aparece un mapeo de desajustes. Es muy importante en cualquiera de las instancias trabajar con una escala de referencia.

- Fichas de desajustes o patologías: tiene que ver con el relevamiento pormenorizado del desajuste, ver las causas por las que se produce el desajuste y proponer una primera solución al problema. Aparecen los elementos de introspección, el problema ajustado y detallado

- Planos de desajustes

5 – Fichas de vulnerabilidad sísmica: se deben volcar datos y parámetros fundamentales para el cálculo de la vulnerabilidad sísmica y realizar una estimación cuantitativa y cualitativa.

- Cimentación, tipo de suelo y posición del edificio: las fundaciones son generalmente de albañilería de piedra o ladrillo, utilizándose como material de ligamento de distinta naturaleza y muchas veces simplemente barro. Los asentamientos diferenciales que muchas veces se aprecian en este tipo de construcción se deben a la concentración excesiva del agua de lluvia y la falta de evacuación rápida de las mismas. Cuando estamos en



zonas con peligro sísmico es necesario catear el tipo de suelo: compacto, suelto, roca, etc. Todos estos elementos influyen directamente sobre el comportamiento sísmico del edificio.

- Material, tipo y material ligante de los muros: son generalmente construidos totalmente con mampuestos crudos y en épocas posteriores mampuestos de tierra cocida asentada en barro. Su alteración puede ser por efectos físicos (luz, electricidad, temperatura, hidratación, hielo, cristalización, etc.) químicos (ácidos, agua, oxígeno, contaminación atmosférica, oxidación, combustión, etc.) o biológicos (plantas, animales, insectos, microorganismos). El deterioro que se produce por una conjunción de estos factores influye directamente sobre la capacidad de carga y su comportamiento estructural.



Foto N° 3 – Grieta entre encuentro de muros por asiento diferencial en cimientos y falta de trabas entre muros ortogonales.



Foto N° 4 – Caída de revoques por efectos físicos y químicos.

- Material, estructura, pendiente y acabado de los techos: actualmente la mayoría de techos son livianos ya que fueron reemplazadas las cubiertas de tejas por planchas cincadas, asentadas sobre cerchas de madera que descansan directamente sobre muros perimetrales. Es importante analizar la evacuación del agua de lluvia ya que es un factor principal en el deterioro del edificio.



Foto N° 5 – Vegetación en los muros por efectos biológicos.

- Configuración en planta y elevación: es importante hacer un análisis de la forma del edificio, detectando en planta y en altura excentricidades de masa y de rigideces. Muchas veces la presencia de porches, campanarios, torretas, espadañas, de género pesado, producen este fenómeno. Es indispensable observar la relación porcentual entre el área de estos elementos y la superficie total ($\Delta A/A$) y la variación de masas en porcentajes ($\Delta M/M$)

- Sistema resistente - organización y calidad – se determina el tipo de muros portantes o no, si presentan conexiones con vigas de amarre o en el caso de muros ortogonales si están ligados entre sí, de tal forma que aseguren el comportamiento cajón que se necesita para una buena configuración sísmica. Además es importante la calidad de los mampuestos y el material ligante entre los mismos.

- Resistencia convencional del edificio: se debe analizar alturas, área total de muros estructurales y no estructurales, resistencias de las mamposterías, calidad de los mampuestos, para obtener un coeficiente sísmico y poder evaluar si la resistencia es adecuada o no.

- Diafragmas horizontales: se deben evaluar si existen en el plano horizontal elementos capaces de distribuir la carga sísmica y transformar todo el sistema en indeformable.

- Separación de muros portantes: se debe evaluar las luces entre los muros portantes y su relación al espesor del mismo.



- Tipo de cubierta y su posibilidad de absorber y transmitir la fuerza sísmica: es importante que la cubierta sea capaz de resistir la fuerza sísmica a través de sus conexiones con los muros o se comporte como un plano independiente.

- Forma, ubicación y naturaleza de los elementos no estructurales: la ubicación de tabiques, cornisas, parapetos, balcones, etc. mal conectados a la estructura principal puede generar el colapso de los mismos.

- Mantenimiento y calidad de la construcción: La mayor degradación que se produce, generalmente es debido a los problemas de humedad ya sea descendente a través de la cubierta, canales y caños de bajada o ascendente debido a la no existencia de capas aisladoras y a la falta de escurrimiento rápido de las aguas, lo cual afecta los revocos y deja desprotegidos los muros que en estos tipos de edificios representan el sistema resistente principal.

6 - Diagnóstico técnico - interpretación de los elementos y lectura de la obra – ajuste valorativo: con las fichas, planos y relevamientos se realiza una evaluación y un diagnóstico proponiendo los trabajos necesarios para prevenir los daños utilizando técnicas que respeten criterios y pautas sin alterar el carácter de los mismos.

7 – Propuesta de intervención – recomendaciones, pautas y criterios: para lo cual se debe adoptar una postura, y para ello es muy importante recordar lo que nos dice la carta de Venecia Art. 5: "La conservación de los monumentos se beneficia siempre con la dedicación de estos a una función útil a la sociedad: esta dedicación es pues deseable pero no puede ni debe alterar la disposición o el decoro de los edificios. Dentro de éstos límites se deben concebir y autorizar todos los arreglos exigidos por la evolución de los usos y las costumbres".

Conclusión

Los daños que generalmente se observan en estas construcciones derivan de la falta casi total del mantenimiento de nuestro patrimonio, del efecto de modificaciones que se producen en el edificio, muchas veces irresponsables o debido a distintos usos o funciones que terminan afectando al sistema resistente principal.

Es importante lograr primero la conciencia de la preservación y en segundo lugar que muchos de estos monumentos pueden ser afectados por eventos sísmicos. La toma de conciencia debe ser de todos, entes gubernamentales, instituciones, profesionales y población en general.



Con la metodología propuesta se puede lograr el fichado de nuestro patrimonio que se encuentra en zonas con peligro sísmico, donde estén analizados los factores que puedan causar daños ante un evento de este tipo y además donde podamos encontrar propuestas para prevenir los mismos.

Bibliografía

- | | | |
|------------------------|------|---|
| ARIAS, Santiago | 1993 | METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO Y RIESGO SÍSMICO EN ESTRUCTURAS – Ediciones Pedagógicas Chilenas SA – ISBN: 956-201-178-x |
| GAICEDO, BARBAT, CANAS | 1994 | VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS – Lab. de Est. FCE – UNT – Referencia: D-04-94 |
| LEVIN, BACH | 1992 | THE IMPLICATION OF SEISMIC STRENGTHENING IN RESTORTION, RENOVATION AND RE-USE OF HISTORIC BUILDING – Nacional Research Center of Italy and Nacional Science Foundation. |

Autores

Ana María Moeykens: Arquitecta – Docente (Prof. Adjunto) FAU - UNT, cátedra Estructuras I – Investigador CIUNT – Programa "El bambú, Arquitectura y Desarrollo Sustentable". E-mail: adelacroix@uolsinectis.com.ar

Patricia Gramajo: Arquitecta – Docente (JTP) FAU - UNT, cátedra Estructuras I – Investigador CIUNT – Programa "El bambú, Arquitectura y Desarrollo Sustentable". E-mail: pat-gramajo@uolsinectis.com.ar



ARQUITECTURA CON TIERRA DENTRO DE LA CIUDAD DE SAN JUAN: ¿QUIÉNES CONSTRUYEN HOY?

Arq. Sergio Mut Sande
Carlos Edgardo Gómez Osorio

Resumen

El siguiente trabajo, es un acercamiento a la construcción con tierra por parte de los más necesitados, en la ciudad de San Juan.

Las herramientas con las que se cuentan son datos realizados por investigadores en la década del '90 y éste trabajo trata de actualizar los mismos, como así también, de crear otro punto de vista al problema.

Este acercamiento se intuye desde la historia, las investigaciones, las opiniones y la compleja realidad de una ciudad Latinoamericana. Bajo la luz de Bachelard, Augé e investigadores latinos.

Generando preguntas más que respuestas.

Abstract

The following is an approach to the construction with land by the needy people in the city of San Juan. The tools which we can count are data compiled by investigator in the '90 and this work try to put it to the current and create another point of view to the problem.

This approach it perceives from the history, investigations, opinion and the complex reality of a Latin-American city. Under the light of Bachelard, Augé and Latin investigators.

Generating more questions than answers.

Arqueología de una memoria en ruinas

Aquí debe sensibilizarse la duplicación fenomenológica de las resonancias y de la repercusión. Las resonancias se dispersan sobre los diferentes planos de nuestra vida en el mundo, la repercusión nos llama a una profundización de nuestra propia existencia. En la resonancia oímos el poema, en la repercusión lo hablamos, es nuestro. La repercusión opera un cambio del ser. (1)

Se ha escrito ya mucho sobre ellos:...aquí siento perplejidad. ¿Debía ofrecer la pintura exacta de los lugares...?pero entonces no puedo sino repetir lo que se ha dicho antes...: nunca un tema fue quizás menos conocido por



los lectores modernos, y sin embargo nunca un tema fue tan completamente agotado. ¿Debo omitir la descripción de estos lugares...?. Pero ¿no será eso quitar la parte mas esencial de mi viaje y hacer desaparecer lo que es su fin y su objeto? (2)

Las viejas arquitecturas del hombre americano ya incluían a la tierra como material altamente utilizado. Lo sucedido en ciertos terremotos orientó la mudanza de algunas ciudades y la reglamentación municipal en otras. En tal sentido es importante lo ocurrido en los temblores de Lima de finales del siglo XVII y de mediados del XVIII, a posteriori de los cuales se promulgaron ordenanzas estableciendo el uso de adobes y tapias en los pisos bajos y de quincha en las plantas superiores. Tales ordenanzas tuvieron tanto éxito que su aplicación se extendió a otras ciudades del virreinato peruano.

Los terremotos de este siglo repitieron el esquema de daños ya descriptos en siglos anteriores. Junto a ello venían las nuevas concepciones de la modernidad, como la dureza de los materiales y la velocidad de la ejecución a su vez, iban perdiéndose las entidades particulares a favor de la uniformidad constructiva, que no llegaba a satisfacer plenamente las necesidades de cada lugar, al no contemplar costumbres ni climas. Poco a poco las entidades de control y de crédito fueron dejando de lado la construcción con tierra. Asimismo, las escuelas de arquitectura que se iban creando en América, en general no estudian adobes ni tapias en sus aulas. Algunos países-que se tenían por adelantados- directamente ignoraron su existencia. Con esto se va produciendo una degradación de las técnicas que no ha parado aún. Esto se hace más evidente en la periferia de las ciudades. (3) En la provincia de San Juan el patrimonio edificado se encuentra especialmente expuesto al deterioro por dos fuertes condicionantes naturales: la sismicidad y la aridez. (4)

Además por estar asentada en zona de alto riesgo sísmico tiene alterada la dimensión tiempo-espacio; necesita su propio patrón para medirla. (5)

El sábado 15 de enero de 1944, un sismo de intensidad 7,8 de la escala Richter afectó la zona más densamente poblada de la provincia en un área de 200 km². Aproximadamente el 90% de las construcciones resultaron destruidas o deterioradas y se produjeron mas de 10 000 muertos.

La ciudad soportó además el fuerte sismo del 10 de junio de 1952 (de grado 7.0) y el que destruyó Cauçete (de grado 7,4) el 23 de noviembre de 1977.

Inmediatamente después del sismo del '44 se demolieron indiscriminadamente los edificios que se consideraban afectados, operación que algunos calificaron como 'el segundo terremoto'. Recién al cumplirse el primer aniversario del sismo se tomó la decisión de 'no trasladar' la ciudad.



Once años después se 'puso en línea' la edificación, se ensancharon las calles, se decidió la construcción de la Avenida Central (José Ignacio de la Roza) y las cuatros avenidas: Rioja, Libertador San Martín, Alem y Córdoba.

La avenida de Circunvalación, comenzada en 1966 recién se habilitó después de 25 años, aunque todavía no está totalmente terminada. En los últimos años se han construido los accesos Sur, Este y Norte a la ciudad mientras tanto, fuera del 'casco tradicional' se autorizó y propició la apertura de numerosas calles para posibilitar los 'loteos', la mayoría de los cuales favorecían a los propietarios de los terrenos sin infraestructura de servicios y a los intereses especulativos del mercado inmobiliario; más que a la futura ciudad. (6) Como afirma Rafael López Pedraza, "la acumulación de materiales, las montañas de objetos olvidados o dejados al inicio del camino son símbolos que construyen el imaginario colectivo para quienes se apropian de un terreno ajeno. Los montones de piedra se colocaban a un lado de los caminos para señalarlos; también demarcaban los linderos entre villas, ciudades y regiones; marcas que fijaban los límites y fronteras geográficas,..Como así también nuestros caminos y linderos psicológicos: marca las líneas de nuestras fronteras psicológicas y limita el territorio de nuestra psique donde comienza lo extraño, lo ajeno. (7)

Palabras del ayer

Los límites de la visión culturalista de las sociedades, en tanto se considera sistemática, son evidentes: esencializar cada cultura singular es ignorar a la vez su carácter intrínsecamente problemático, del que dan testimonio sin embargo en cada momento sus reacciones ante las otras culturas, ante las sacudidas de la historia, y la complejidad de una trama social y de posiciones individuales que no se puede nunca deducir del 'texto' cultural. Pero no había que ignorar la parte de realidad que subyace en la fantasía nativa y en la ilusión etnológica: la organización del espacio y la constitución de lugares son, en el interior de un mismo grupo social, una de las apuestas y una de las modalidades de las prácticas colectivas e individuales.

Reservaré el término 'lugar antropológico' para esta construcción concreta y simbólica del espacio que no podría por sí sola dar cuenta de las vicisitudes y de las contradicciones de la vida social pero a la cual se refieren todos aquellos a quienes ella les asigna un lugar, por modesto o humilde que sea..En otros términos, que el lugar, el lugar antropológico, es al mismo tiempo principio de sentido de aquellos que lo habitan y principio de inteligibilidad para aquel que lo observa.(8)

Siempre tiene que ver por lo menos con dos espacios: el del lugar que es



tudia (un pueblo, una empresa) y otro lugar, más amplio, en el que aquél se inscribe y donde se ejercen influencias y presiones que no dejan de tener efecto en el juego interno de las relaciones locales (la etnia, el reino, el Estado). Así, estamos condenados al estrabismo metodológico: no debe perderse de vista ni el lugar inmediato que se está observando ni las fronteras correspondientes de ese espacio exterior. Sería un error no ver en este juego de imágenes más que una ilusión (una forma posmoderna de alineación). El análisis de sus determinaciones nunca ha podido agotar la realidad de un fenómeno. (9) En numerosos países en vías de desarrollo más de la mitad de la población aún habita en viviendas construidas con tierra, debido a los costos elevados del hormigón armado y el ladrillo. Los altos requerimientos de viviendas en estos países no pueden ser resueltos evidentemente empleando materiales que para la mayoría son inaccesibles. (10)

Cada vez son más numerosas las familias que sólo pueden optar por el adobe y la autoconstrucción para acceder a una vivienda o en otros casos la utilización de una existente, en la que un proceso de reciclaje permitirá su refuncionamiento: para la mayoría de ellos la opción es ADOBE O NADA.

Diseminadas en distintos lugares de la geografía provincial, presentan la particularidad-nada desdeñable-de haber resistido satisfactoriamente por lo menos a dos terremotos destructivos.

Las construcciones de adobe son una realidad inherente y la mayoría de los países latinoamericanos y de fuerte arraigo en zonas sísmicas (la mayoría de las cuales son áridas y por tanto aptas para su uso). A pesar de insistirse reiteradamente en su peligrosidad, no puede ignorarse éste hecho, ni que su cualidad de construcción económica, con material reutilizable, pasible de ser ejecutada con mano de obra de escasa especialización; hacen difícil su reemplazo por otras alternativas constructivas.

Resulta imposible ignorar el hecho de que el uso de la tierra como material de construcción está asimilado con la pobreza. No obstante, el creciente uso del adobe como material de construcción por quienes más alejados está en la escala de ingresos, es una opción ineludible. (11)

Frente a la posibilidad de ocurrencia de sismos de muy alta intensidad, no se saben hoy que daños sufriría nuestra ciudad y/o específicamente sectores urbanos y su población involucrada, en forma concreta y pormenorizada.

Si bien el sismo de 1977 probó la eficacia de las prescripciones edilicias exigidas en el Código de Edificación con los que se diseñaron nuestras



construcciones, existe un gran porcentaje de población que habita viviendas no sismorresistentes,...que comprometen la seguridad de toda la planta urbana y sus habitantes. (12)

Sin embargo, en el Gran San Juan hay todavía sectores urbanos que poseen viviendas que no se ajustan a las normas de sismo resistencia, y estos sectores pertenecen a los 5 departamentos que conforman el área; ello se debe, por una parte, a la falta de control en el cumplimiento de lo establecido en los reglamentos, a pesar de la Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano tiene, entre algunas de sus funciones la de la 'policia' de la construcción; y por otra, a que los propietarios de dichas viviendas no poseen medios económicos para acceder a una sismorresistente, ya sea en forma particular o a través de los planes de vivienda implementadas desde el estado provincial o nacional.

No obstante ello, en general, la población sí conoce el riesgo que enfrenta al habitar una vivienda no sismorresistente, las que en algunos casos, además se encuentran en un estado de precariedad y deterioro, lo que conlleva a deficientes condiciones de habitabilidad a esa población.

El rápido crecimiento en extensión, con baja densidad, que ha experimentado el área urbana del Gran San Juan en los últimos 40 años, se ha dado, por una parte, a través del crecimiento en bandas sobre vías de penetración y, por otra, como resultado de que la planta urbana en su expansión exagerada fue incorporando, en forma de fragmentos, terrenos alejados sin una estructura previamente planificada. La accesibilidad en áreas periféricas es producto, entre otras causas, de estos fenómenos de 'desarrollo discontinuo' y de 'desarrollo no planificado en extensión'. (13)

En el área de la ciudad comprendida entre el casco tradicional y la Avenida de Circunvalación se encuentran numerosos sectores con edificaciones ejecutadas antes del sismo de 1944, que no se ajustan a las normas del Código de Edificación vigente, pero que han resistido-sin deterioros significativos- tanto aquél sismo como los de 1952 y 1977.(14)

Por otra parte, en San Juan particularmente no puede hablarse de un desconocimiento de la problemática sísmica, dados sus antecedentes en terremotos de características destructivas.

Consecuentemente, los avances obtenidos en investigaciones y en estudios científicos, dan cuenta de un importante desarrollo de la sismología y la ingeniería sismorresistente. No obstante ello, las medidas para reducir y mitigar los trágicos efectos de los terremotos se han orientado solo a algunos aspectos de la prevención sísmica sin abarcarlos completamente.



A continuación valores que grafican la situación de la construcción en la ciudad de San Juan:

Dpto.	Total	Vivienda	Vivienda Sismo resistente		Vivienda No Sismo resistente	
	N°	%	N°	%	N°	%
Capital	32 555	100	23 839	73	8 716	27
Capital	41 358	100	32 259	78	9101	22

Se consideran los Daños que recibiría el parque habitacional, en sus dos categorías de viviendas. El Instituto Nacional de prevención sísmica, establece los siguientes porcentajes:

Tipo de construcción	Rango Movimiento Terreno			
	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
Adobe	0	10	70	100
Mamp. S R	0	0	0	5
Mamp.No S R	0	5	50	80

Los eventos no impactan uniformemente en toda la extensión del área Urbana, causando los mismos efectos en forma homogénea. Por ello se consideran cuatro estados de Daños que pueden sufrir todo tipo de construcciones. Estado de Daños:

Designación	descripción
D0	Sin daños, daños leves en paredes (fisuras, desconchamientos)
D1	Daños en elementos de tabiquería y otros no estructurales. Daños leves, reparables en elementos estructurales.
D2	Edificación condenada (perdida total) aun cuando no ocurra desplome
D3	Ruina total o parcial.

Viviendas Sismorresistentes:

Para un sismo de intensidad 9.0 esc. M.M. del 100% de viv. S R, del radio considerado, el 80% no recibe daño (D0), el 15% recibe D1, el 3% D2 y el 2% D3.

Viviendas No Sismorresistentes:

En un sismo de intensidad 9.0 esc. M.M. del 100% de Viv. No SR, el 5% recibe daño D0, el 10% recibe D1, el 25% D3 y el 60% D4.



Estimación del monto de pérdidas de viviendas

Considerando todos los dptos. Que componen el área del Gran San Juan, el monto estimado de pérdidas alcanzaría entre el 13,4 % y el 17% del valor estimado en todo su parque habitacional:

Capital 33%
Rawson 25%
Rivadavia 17%
Chimbas 15%
Santa Lucia 10%

Sin embargo, estas cifras, que constituyen una alarmante realidad, parecen no haber tomado aún el suficiente peso para ser advertidas por sectores oficiales ni por la comunidad. Ello indica que se considera, por un lado, que existe un vacío en los instrumentos institucionales y normativos y por otro, que la respuesta como sociedad al problema sísmico, no es la deseable. Señalándose la inexistencia de una cultura sísmica adecuada, derivada del temor que el sismo provoca y de la carencia de una preparación intelectual para incorporarlo a la vida cotidiana. (15)

¿Hay garantías en la seguridad del adobe?, pregunta que se realiza el Decano de la Facultad de Arquitectura de San Juan; en nota periodística. En la cual responde y opina acerca de la misma (a propósito de la visita del arq. Gernot Minke a San Juan):.... Sin ánimo de cuestionar un proyecto comercial donde tal vez podamos encontrar una respuesta al motivo de las publicaciones, nuestra realidad es absolutamente diferente a la que rodea a las ecovillas europeas. Opino que no se puede generalizar una solución creando expectativas que, a mi entender, en este momento cuentan con un bajo grado de factibilidad.

Nuestra facultad no se opone al uso del adobe, es más, lo considera como una alternativa interesante y por ello está desarrollando investigaciones en materia de uso de la tierra con resultados positivos.

No negamos la posibilidad de evolucionar técnicamente en el uso de un material que tiene la antigüedad de la humanidad misma, pero considero que debemos ser conscientes de que en los últimos meses el mundo se conmovió con noticias de desastres de gran escala a consecuencia de terremotos en Turquía e Irán y siempre con grandes protagonistas como el adobe predominante.

El adobe es sinónimo de precariedad aquí y, aunque suene perverso lo que voy a expresar, la decisión de construir bajo un mediano nivel de vulnerabilidad como es en este caso, debería ser de carácter individual y de localización aislada, de manera tal que su obra no ponga en riesgo la vida



de terceros. Esto me lleva a reflexionar que hoy todos deberíamos estar más preocupados por la conservación y recuperación de obras de tierra con un alto valor patrimonial histórico bajo un enfoque de aportarles sismo resistencia, que ante la expectativa de construcción masiva mediante la utilización del adobe. (16)

Aún falta mucho por hacer en todos los campos del conocimiento, la aplicación, la difusión, la enseñanza, pero en Ibero América hay muchas entidades y personas que están empeñadas en la tarea. Frente a esto, las reacciones han sido muchas y desde diferentes ángulos. Así desde lo referente a la conservación de monumentos, desde la vivienda popular y aún desde lo ambiental, se han vuelto los ojos hacia las técnicas del barro.

Lo importante es que ya hace unas dos décadas éstas arquitecturas van siendo consideradas por las profesionales como válidas para construir y para ser objetos de análisis científicos. Con ello ha podido avanzarse no solo en su utilización, sino también en su conocimiento más ajustado.

Diversos laboratorios y centros de estudio han trabajado y publicado importantes trabajos. Las mediciones con aparatos cada vez más precisos han permitido saber los problemas que afectan al material en presencia de un sismo y han permitido llegar a conclusiones sobre su comportamiento. De allí se han derivado recomendaciones y hasta normativas aplicables a algunos de los sistemas, especialmente tapias, adobes y bloques de tierra comprimida. (17)

Así, en un modelo de gestión, aceptada ésta como un cambio de actitud en la planificación del desarrollo urbano y que tiende a lograr un consenso de voluntades para la acción; la normativa se constituye en un instrumento de sustentación de la estructura de dicho modelo: ..Entendemos la gestión ambiental como la regulación y control del comportamiento espontáneo de los sectores sociales, individuos y organizaciones en lo referente a la calidad del medio ambiente. Concurrentemente, el modelo ambiental puede definirse como la estructura específica que esta gestión adopta en una circunstancia concreta. (18)

En consecuencia, se considera que existen, básicamente dos tipos de normativas para abarcar la problemática del medio ambiente urbano:

- Normativas respecto al manejo del medio físico, que son aquellas relacionadas con el medio natural, y con el medio construido y su interacción.
- -Normativas respecto al medio socio-cultural.



Las primeras comprenden, por una parte, aquellas normas generales de Desarrollo Urbano, que están referidas a la organización y ocupación del territorio y a la estructura interna de la ciudad a través de los espacios físicos adaptados para sus actividades y a las redes de los diversos flujos: Por otra parte, comprenden las normas constructivas, competencia de cada uno de los organismos que intervienen en la "construcción de la ciudad".

A modo de epílogo: pira de escombros.

Estos nuevos paisajes se constituyen en una presencia efectiva dentro del tejido ciudadano. Por así decirlo, es la nueva capa constructiva de la ciudad que permite una forma de lectura de lo urbano donde se reconoce y define una forma de territorialidad. Aquello que en las zonas periféricas y marginales se presenta como producción plástica urbana; es decir, que tiene intención, y dota de carácter y significado los espacios en los que se mueven las comunidades desplazadas.

En esa nueva capa constructiva de la ciudad define una arquitectura inacabada, es decir, aquellos espacios que están delimitados en el piso, en la tierra de ese sector de la ciudad, o simplemente fundados con palos o grupos de piedras. Los lugares existen, se crean en la memoria de cada uno de los habitantes del asentamiento, se respetan y forman parte del imaginario colectivo, enfatizan la relación entre público/privado y entre utopía y realidad. Estos lugares tienen por lo menos tres rasgos comunes. Se consideran (o los consideran) identificatorios, relacionales e históricos. El plano de la casa, las reglas de residencia, los barrios del pueblo, los altares, las plazas públicas, la delimitación del terruño corresponde para cada uno a un conjunto de posibilidades, de prescripciones y de prohibiciones cuyo contenido es a la vez espacial y social. Nacer es nacer en un lugar, tener destinado un sitio de residencia. En este sentido el lugar de nacimiento es constitutivo de la identidad individual. (19)

La capacidad de percepción que se da en los asentamientos amplía otras lecturas y propone problemas que conciernen a su representación visual: permite descubrir nuevos sistemas de construcción para la mirada y sugerir otros planteamientos en la relación público-privado que se descifra en esos espacios contenedores y a su vez contenidos en donde, se trazan líneas de sensaciones y de historias, de gritos, luchas y acoplamientos. Las situaciones de conflicto o variables identificadas no solo conforman una suerte de predicción de posibles escenarios que eventualmente caerían ante la ocurrencia de un terremoto destructivo en el área del Gran San Juan, si no que en algunos casos, constituyen problemas urbanos que actualmente, y sin que suceda un sismo de alta intensidad, puede advertir-



se en la ciudad. Esta detección y reconocimiento de los problemas del medio ambiente urbano en relación al sismo, representan por una parte, una real advertencia como problemas que amenazan el bien común y por otra, debiera ser un aporte que permita y promueva, como base de información, la ejecución de otras investigaciones sobre la temática. Respecto a las normas urbanas, en general se ha advertido carencia de normativas o de instrumentos técnicos relativos a las variables, salvo en algunos casos aislados. No obstante, estos instrumentos técnicos tienen como característica generalizada el estatismo y la visión parcializada de los aspectos que atienden.

En la mayor parte de las variables o factores de conflicto analizadas, las normas respectivas son las mismas o poseen idénticas consideraciones y exigencias que las de cualquier otra región que no presenta las características de sismicidad de San Juan. Fundamentalmente porque se basan en las dictadas por los organismos de regulación a nivel de Estado Nacional, sin que en el nivel provincial respectivo se estudien e incorporen las medidas necesarias para la atención de las condiciones locales.

En algunos casos cuando las normas contemplan específicamente el factor sísmico, la aplicación de las mismas no tiene estrictos controles que aseguren la eficacia de sus resultados. (19)

Se tiene una "boom city" (concepto de W. Schäffner) cuando una ciudad vive un crecimiento descontrolado. Se producen zonas exuberantes como las villas miserias. Buenos Aires es paradigmática de este fenómeno: es una ciudad de una gran expansión en medio de un país con vastas zonas deshabitadas. La "boom city" nunca se da a raíz de una llegada masiva de inmigrantes, sino que se trata de procesos nacionales; y aunque esto no sea nuevo, en su escala actual no tiene precedentes en la humanidad y es típico de América Latina.

Además las villas deben servirnos de inspiración para avanzar, no solo en el diseño, también en la exploración de materiales y nuevas tecnologías. Si no lo miramos así, siempre llegamos a la misma vía muerta: no hay plata. Se trata casi de una arquitectura negativa. Un arquitecto como Gernot Minke, que estuvo en Argentina hace unos meses, ha estudiado el uso del barro en toda América Latina. Lo que se quiere decir es que estas ideas permiten mirar a la villa con una actitud de mayor dignidad. Ellas están pidiendo otra arquitectura. (20)

En el asentamiento no hay centro ni unidad, ni orden aparente. El todo no existe. Sólo el texto fragmentado. Variante que simula la imagen de un libro abierto, quemado por el sol, corrugado por la lluvia, comido por las



ratas. En él, un texto perdido. Palabras desplazadas por el viento. Imposibles de leer o tal vez señalando un texto nuevo, un mensaje diferente, prohibido.

El hilo que conduce se ha enredado en el laberinto del Minotauro. Demasiadas historias que contar, demasiados secretos que develar. Así, entonces, se enreda más. En la representación de ese libro se intercalan sobre la escritura, los pasos de quienes la habitan. El papel se ha desgarrado, se ha desgastado. En ese libro olvidado, que hace posible un espacio para la congregación, para el encuentro físico realizado en tiempo y lugar.

Soñar el espacio que falta, habitarlo con anticipación a los muros que lo definen y delimitan, hace parte de lo que el filósofo francés Gastón Bachelard denomina las propiedades quiméricas:..El espíritu se despliega en él, pero el alma no encuentra allí su vasta vida. Tal vez sea bueno que conservemos algunos sueños sobre una casa que habitaremos mas tarde, tan tarde que no tendremos tiempo de realizarlo. Una casa que fuera final, simétrica de la casa natal, prepararía pensamientos y no ya sueños, pensamientos graves, pensamientos tristes. Más vale vivir en lo provisional que en lo definitivo.

Esas hojas sueltas se han hecho paredes para un espacio habitable. Ese libro es una casa en transito. Cartón, plástico, cuerpo y textura. Sonido y atmósfera. Memoria y tiempo. La imagen del libro carcomido esta ahora hecho espacio para esconderse y para olvidar.

Bibliografía

- | | | |
|-------------------|------|--|
| Augé, Marc | 1994 | LOS NO LUGARES. ESPACIOS DEL ANONIMATO. UNA ANTROPOLOGIA DE LA SOBREMERNIDAD. GEDISA Editorial- Antropología, Serie CLA-DE-MA. Barcelona, España. |
| Bachelard, Gastón | 1965 | LA POÉTICA DEL ESPACIO. Fondo de cultura económica. Breviarios. México. |
| Fisher, Alexander | 2001 | CENTRO CULTURAL "CÚPULA DE ADOBE" EN LA PAZ. Humboldt 134. Goethe-Institut Inter Naciones- Alemania. |



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Giancola, Bruno	2004	¿HAY GARANTÍAS EN LA SEGURIDAD DEL ADOBE? Diario de Cuyo. San Juan Argentina
Miranda, Antonio	1987	ARQUITECTURA SANJUANINA PRE-44. SUS VALORES ARQUITECTÓNICOS Y URBANÍSTICOS. Cuadernos de investigación IRPHa. FAUD-UNSJ. San Juan.
Nacif, Nora	1995	AMBIENTE Y SISMO EN LA CIUDAD DE SAN JUAN- ARGENTINA. Tesis de Maestría. FAUD-UNSJ. San Juan
Nieto, Nemecio	1995	SEMINARIO DE ARQUITECTURA SISMORRESISTENTE. FAUD-UNSJ. San Juan.
Piedrahita, Lucrecia	2000	EL ESPACIO Y LA ESTÉTICA EN LOS ASENTAMIENTOS DE LOS DESPLAZADOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN-COLOMBIA. Investigación Universidad EAFIT. Colombia
Plana, María Rosa	1996	CONSOLIDACIÓN DE UN SECTOR URBANO SAN JUAN. COPARSIS. Actas. FAUD-UNSJ. San Juan.
Roitman de Schabelman, Dora	1995	SEMINARIO DE ARQUITECTURA SISMORRESISTENTE. FAUD-UNSJ. San Juan.
Viñuales, Graciela	1996	LA ARQUITECTURA DE TIERRA FRENTE A LOS SISMOS. HISTORIA Y PANORAMA ACTUAL. Actas. COPARSIS. FAUD-UNSJ. San Juan.

Referencias

- (1)- Gastón Bachelard, La poética del espacio. Introducción, III; pp. 24
(2)- Marc Augé, Los no lugares. Capítulo: Antropología del lugar; pp. 62
(3)- Arq. Graciela Viñuales, La arquitectura de tierra frente a los sismos. Historia y panorama actual. COPARSIS-Actas; pp.13
(4)- Arq. María Rosa Plana y otros, Consolidación de un sector urbano. San Juan. COPARSIS-Actas; pp. 107
(5)- Arq. Miranda, Arquitectura sanjuanina pre-44. Sus valores arquitectónicos y urbanísticos. Cuadernos de investigación-IRPHa-UNSJ; pp.5
(6)- Arq. M. R. Plana y otros, O citada; pp. 105



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

- (7)- Lucrecia Piedrahita, El espacio y la estética en los asentamientos de los desplazados en la ciudad de Medellín-Colombia. 1998-2000. Revista Humboldt 134; pp. 11
- (8)- Marc Augé, O. citada; pp. 71
- (9)-M. Augé, O. citada, Capitulo: Los no lugares; pp. 87
- (10)-Alexander Fisher, Centro cultural "cúpula de adobe" en La Paz. Artículo aparecido en revista Humboldt 134; pp. 134
- (11)-Arq. Nemecio Nieto, Seminario de arquitectura sismorresistente. 1995; pp. 75
- (12)-Arq. Dora Roitman de Schabelman, Seminario de arquitectura sismorresistente. 1995; pp. 92
- (13)- Arq. Nora Elsa Nacif, Ambiente y sismo en la ciudad: el caso de San Juan, Argentina, capítulo II: La normativa urbana en relación al sismo; pp. 74 y 83/84
- (14)- Arq. M. R. Plana. O. citada; pp. 108
- (15)-Arq. Nora E. Nacif. O. citada; pp. 30/31
- (16)- Arq. Bruno Giancola, ¿Hay garantías en la seguridad del adobe? Artículo aparecido en Nota al lector- Diario de Cuyo; jueves, 15 de abril de 2004-09-04
- (17)-Arq. G. Viñuales. O. citada; pp. 14
- (18)- Arq. Nora E. Nacif. O. citada; II-1- El enfoque ambiental en la normativa urbana; pp. 99
- (19)-Wolfgang Schäffner, historiador; La Bauhaus, a las villas. Artículo en Suplemento N, n° 48, pp. 16 del suplemento Berlin/Buenos Aires
- (20)- Lucrecia Piedrahita, O. citada; pg. 12

Autores

Sergio Mut Sander: Arquitecto. Doctorando en Ciencias Sociales. Becario CONICET de Formación de Postgrado. Investigación actual: Estudio Comparativo de las Transformaciones urbano-sociales dadas en las ciudades de San Juan (1562) y Mendoza (1561), hasta la actualidad.
Lugar de trabajo: Unidad Ciudad y Territorio; INCIHUSA, CRICyT- Mendoza
Director: Dr. Ricardo Ponte
E-mail: mutsander@yahoo.com.ar

Carlos Edgardo Gomez Osorio: Estudiante de arquitectura, 5° año. FAUD-UNSJ. Aydte. Adscrito a las cátedras de : Morfología I y III, Arquitectura III y a la investigación "Patrimonio Arquitectónico de Albardón", IRPha.FAUD-UNSJ. San Juan.2003/04. Aydte. en la investigación "Evolución Urbana de la Ciudad de San Juan. De su fundación hasta nuestros días". Arq. Sergio Mut, investigador del CONICET.CRICyT. Mendoza. 2004
E-mail: carl68ar@yahoo.com.ar .Tel: 4 20 27 19



**VALORES, ANALICES, CONSERVACION PREVENTIVA Y MINIMA
INTERVENCIÓN,
HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA PRESERVACIÓN DEL
PATRIMONIO ARQUITETONICO EN TIERRA**

Raymundo Rodrigues F^o

Resumen

Este trabajo es una tentativa de demostrar la necesidad de la inclusión de principios y conceptos fundamentales en acciones de conservación en el patrimonio arquitectónico en tierra.

Abstract

This text is a trial to demonstrate the necessity of the inclusion on principles and fundamentals concepts in conservations actions in the earth heritage.

Introducción

Para mejor comprensión del enfoque propuesto, es necesario, en un primer momento, situar la evolución obtenida por la conservación en cuanto disciplina, sobretodo por el hecho de que sus acciones son intrínsecas hacia la importancia del patrimonio cultural en determinado momento. En los contextos, históricos, sociales y económicos fueran ejecutadas distintas acciones, desde la reconstrucción de monumentos y sitios hasta rehabilitaciones para diversos usos. Así, en respuesta hacia las más variadas demandas, la conservación he ejercido papel fundamental en la historia, identidad y continuidad de las sociedades.

Desde el siglo XIX empiezan surgir discusiones y polémicas relacionadas a las acciones de conservación, los documentos internacionales cada uno en su momento, fueran referencias fundamentales. En la Carta de Atenas (1931) son dados los primeros pasos hacia la codificación de conceptos y criterios que debían regir la práctica. La Carta de Venecia (1964) define principios que son validos hasta los días de hoy, sirviendo de base para documentos posteriores como la Carta para la Conservación de Lugares de Significado Cultural (o Carta de Burra), creada en 1979, contando con dos versiones en la década de 80, la relevancia de este documento se justifica por la presentación de dos términos fundamentales: *significado cultural* y *lugar*. Todas las metodologías que hoy son presentadas para elaboración de planes de conservación y preservación, fueran adaptadas como resultados de las diversas experiencias, tiendo como referencia estos documentos internacionales.



Valores

"El proceso de valoración empieza cuando personas, instituciones o comunidades deciden que vale la pena preservar un *objeto* o *lugar*, porque representa algo sobre ellos y su pasado, y debe ser transmitido hacia las futuras generaciones. Mediante la donación un objeto a un museo o la designación o determinación de una construcción o sitio, estas personas o comunidades, sean políticos, académicos, etc., están creando patrimonio activamente. Pero, este es solamente el comienzo del proceso de creación y valoración del patrimonio".¹

El reconocimiento de los valores es el paso inicial de un proceso de acciones de conservación, eso significa que va a estar observando, y llevando en cuenta, una gama de informaciones, objetivas y subjetivas, relativas al conocimiento del *objeto* (monumento, sitio, etc.) de la intervención.

Los valores históricos sitúan el *objeto* en el tiempo, época de construcción, usos originales y posteriores, histórico de las intervenciones, etc. La evaluación e identificación de los valores estéticos permiten comprender el significado del *objeto* como unidad formal.

Los sentimientos de las diferentes comunidades (sociales, profesionales, religiosas, etc.) relacionadas al *objeto*, son factores de extrema importancia en la formulación de acciones por la autenticidad y diversidad manifestadas.

Uno de los desafíos de los profesionales que van estar elaborando un proyecto de intervención sea el de conservación, preservación o restauración, tendrán que desarrollar la capacidad de manejar la identificación de los *valores*, teniendo en cuenta todos los factores declarados anteriormente.

Analices

El momento que antecede las *analices* en un proceso de planeamiento, la documentación, posibilita la descripción e identificación del *objeto*, su entorno natural y social. La sistematización de estas informaciones en formas graficas y descriptivas, permitirá contar con un banco de datos para *analices* adecuadas.

La evaluación de las condiciones y de los elementos que afectan o influyen en la conservación del *objeto* o *lugar*, es la síntesis de las actividades bajo este tema. El enfoque dinámico de ese proceso exigirá el involucramiento interdisciplinario, esa es la manera apropiada de garantizar la convergencia de los variados aspectos que iban influenciar el proceso de respuesta.

Los factores que influyen o limitan la preservación, la realidad objetiva en términos sociales, económicos, administrativos y legales, son



determinantes en la definición de políticas y principios de gestión del *objeto* o *lugar*. En función de la síntesis de condiciones que serán presentadas, será fundamental definir acciones de emergencia de corto plazo, en atención a los problemas prioritarios.

Conservación Preventiva

El conocimiento del *objeto* como producto de las etapas anteriormente descritas, establecerán las bases para la convergencia de los principios: el respecto a los materiales originales, aceptar la historia del *objeto* y equilibrar los valores estéticos e históricos.

En consideración a la natural fragilidad de tierra cruda, los probables defectos en las técnicas de ejecución original y o de intervenciones anteriores, las características climáticas del entorno, y todavía el proceso de desgaste sufrido por visitas públicas, el monitoreo permanente es prerequisite de la conservación preventiva, donde, las manifestaciones de patologías serán identificadas en tiempo hábil lo suficiente para mitigar sus efectos. Así, acciones preliminares a cualquiera intervención habitualmente son necesarias como: evitar la insolación directa con la tentativa de disminuir la posibilidad de alteración de la materia y volumen de los objetos y estructuras, instalación de corta vientos y techos provisionales, tratamiento de grietas y de las cabeceras de los muros, suspensión temporaria del acceso del público, etc.

Mínima Intervención

La conservación es parte de la historia del objeto, en ese sentido, los profesionales y las instituciones deberán estar conscientes de que sus intervenciones siempre iban alterar el *objeto*. Lamentablemente, todavía predomina la mentalidad de que es necesario "devolver" al *objeto* su apariencia original. Así, el objetivo no debe ser completar el *objeto*, y si solamente eliminar las lagunas (o partes faltantes) de manera tal que la intervención en si misma sea identificable, sin ser perturbadora. "Toda decisión de conservación, desde como limpiar un *objeto*, como reforzar una estructura, etc., afecta la forma en que se percibirá y comprenderá el *objeto* o *lugar*."

A pesar de los postulados de mínima intervención, reversibilidad o autenticidad, la decisión de asumir un cierto grado de intervención en conservación, por fuerza, hace priorizar un determinado significado o conjunto de valores".²

Intervenciones

Brasil tiene un inmenso acervo arquitectónico de interés histórico, casi todo construido en arquitectura de tierra, sobretodo en las técnicas de pau-a-



pique (bahareque), adobe y tapia. Conocimiento específico en el manejo de esas técnicas, no he sido ofrecido, de forma sistemática, por instituciones de enseñanza ubicadas en el territorio nacional.

Las recomendaciones contenidas en los documentos y declaraciones internacionales, en su gran parte, son consideradas solamente en el área de la conservación de bienes integrados (móviles), y relegados al segundo plano en acciones en construcciones y sitios históricos. Al contrario de las acciones generalizadas, vamos estar presentando intervenciones de conservación y restauración, donde hemos practicado los conceptos arriba descritos.

Hacienda Jardín – Jacareí – SP

Construcción del siglo XIX, típica de las haciendas de café de aquello periodo, con paredes externas en tapia, y pau-a-pique en las internas.

En intervenciones anteriores, fue utilizado enlucido de cemento y arena en las paredes externas, esa acción desencadenó un proceso de absorción de humedad generalizada, generando pérdida de material en la estructura de la tapia, grietas y despegamiento del enlucido.

Llevando en cuenta el concepto del respecto a la autenticidad de los materiales, hemos providenciado la remoción del enlucido incompatible con la estructura original. Las partes faltantes de la tapia, fueron repuestas utilizando una mezcla de tierra (con composición semejante al suelo original) y arena, bien plástica, para facilitar su adherencia.

Fueron aplicadas dos capas de enlucido de cal apagada, siendo que la primera capa fue compuesta de cal, arena y tierra, y la segunda cal y arena.



Foto 1. Remoción del enlucido



Foto 2. Aplicación del revoco de cal apagada

Cerca de la construcción principal, existen dos ruinas en tapia, con indicios de ser paredes restantes de antigua habitación. Por tratarse de ruinas arqueológicas en proceso de degradación, ejecutamos en carácter de emergencia, capas de sacrificio en las cabeceras de las dos ruinas, y pulverizamos agua con DNS360 en las laterales, esos procedimientos tienen como objetivo proteger la estructura histórica de las aguas pluviales.



Foto3. Aplicación del mortero de la capa de sacrificio

Antigua Casa de Cámara y Cárcel – Resende – RJ

Construcción del inicio del siglo XIX, en las técnicas de tapia en las paredes del piso inferior, y adobe (externas) y pau-a-pique (internas) en el piso superior. Edificada para servir de cárcel en la planta baja, y cámara de los concejales en la planta alta, esta edificación está ubicada en el sitio histórico de la ciudad, siendo una referencia por su ubicación, volumen y también por abrigar los poderes constituidos, siendo, actualmente, utilizada como sede de fundación cultural municipal.

Desde su construcción fueron ejecutadas varias intervenciones, intentando adaptar el monumento hacia nuevos usos, ocurriendo como consecuencia la abertura de huecos en paredes internas, y ejecución de algunas paredes. La acción más dañosa fue la construcción de un anexo, junto a fachada posterior, para abrigar baños y cocina.

El estado de conservación exigió cuidados, sobre todo en las ventanas y algunas puertas externas que estaban muy deterioradas por acciones de insectos y humedad, y los revocos de las paredes externas que en algunos puntos se despegaba.

Empezamos los trabajos haciendo prospecciones en los conjuntos de ventanas y puertas, intentando identificar las partes afectadas que tendrían que ser substituidas, el mismo ocurriendo con los revocos en proceso de



desintegración, donde solamente las partes faltantes o totalmente comprometidas sufrirán intervenciones.



Foto 4. Condición de la base de la ventana



Foto 5. Removiendo las partes afectadas



Foto 6. Tratamiento de los revocos

Conclusiones

La ausencia de monitoreo permanente he favorecido manifestaciones de patologías que pueden se proliferar en gran escala, resultando en intervenciones ni siempre apropiadas, y muchas veces, complejas y irreversibles. Esa situación consecuencia de la ausencia de definiciones hacia la preservación del patrimonio arquitectónico en nuestro país. A través de la formación de especialistas, con profundo conocimiento de las técnicas en arquitectura de tierra, y también un amplio debate a respecto de conceptos y recomendaciones bajo el tema de la conservación preventiva, entre las instituciones, entidades y profesionales del sector de preservación, será posible mitigar la condición actual del patrimonio arquitectónico en Brasil.

Bibliografía

- | | | |
|------------------------|------|---|
| ARENDRT. Hanna | 1958 | LA CONDICIÓN HUMANA |
| UNESCO | 1970 | PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD: SITIOS Y MONUMENTOS |
| ERICA Avrami & R.Mason | 1999 | BINDER , do II Curso Panamericano sobre la Conservación y el Manejo del Patrimonio Arquitectónico, Histórico y Arqueológico de Tierra PAT99. |

Referencias

- 1- 2 Erica Avrami & R.Mason – "Binder" del II Curso Panamericano sobre la Conservación y el Manejo del Patrimonio Arquitectónico, Histórico Arqueológico de Tierra – PAT99

Autor

Raymundo Rodrigues F^o : M.Sc., Arquitecto, Conservador y Consultor. Miembro Efectivo del Proyecto de Investigación XIV.6 PROTERRA
Colaborador del Terra Project
Coordinador Técnico de Oikos Arquitetura Ecologia do Habitat
55 24 33547470 - 33596062
rayrodrigues@hotmail.com - oikosarquitetura@globo.com
<http://groups.msn.com/OIKOSEcoArquitetura>



ARQUITECTURA DE TIERRA Y PATRIMONIO EN EL NOROESTE ARGENTINO

Monitoreo y evaluación de las restauraciones efectuadas en la Iglesia de
Susques

Adolfo Rodrigo Ramos - Andrés Nicolini

Resumen

Este trabajo contiene avances sobre el monitoreo de los elementos constructivos del edificio mencionado. Este se inicia luego de ser restaurado parcialmente en el año 2000, a cargo del Distrito Noroeste de la Dirección Nacional de Arquitectura (DNA). También luego de la restauración de las pinturas decorativas interiores en el año 2003 a cargo de la DNA y Fundación Antorchas (FA). Luego de estos trabajos se inicia un nuevo ciclo de envejecimiento, con el consiguiente intercambio material y de fluidos entre edificio y ambiente. Se elabora una descripción cronológica de los procesos observados, a fin de cuantificar los distintos procesos de elementos constructivos, evaluar la durabilidad de las intervenciones realizadas y recomendar acciones simples basadas en la tradición constructiva del lugar que puedan incrementar dicha durabilidad. Este trabajo se realiza en el ámbito de una beca doctoral CONICET para uno de los autores (Ramos) y el interés de la DNA en monitorear las intervenciones desarrolladas en edificios patrimoniales.

Abstract

This work presents advances about monitoring over constructive parts of mentioned building. It began after partial restoration in 2000, leaded for Architecture National Department (DNA). Moreover began after paintings restoration in 2003 leaded for DNA and Antorchas Foundation (FA). After those works began a new life cycle in building. It results of relation between building and environment. We performed a chronologic description about aging at constructive parts. Furthermore our objectives is the quantification of this aging, to value works fulfilled over building and to propose improvements based in local knowledge about the natural materials. This communication is realized in scope of fellowship of National Council of Scientific and Technical Research (CONICET Argentina) for one author (Ramos) and too in scope of DNA interest of control his works over heritage buildings.



INTRODUCCIÓN



La iglesia Nuestra Señora de Belén en Susques (fig.1) está construida en una de las regiones puneñas evangelizadas más tempranamente en nuestro territorio nacional, a principios del siglo xvii (a) . Sabemos históricamente que el pueblo, y probablemente la iglesia, ya existen materialmente en 1787(b) El planteo arquitectónico de la misma pertenece al tipo denominado *capilla con atrio y posas* (Gisbert y Mesa, 1985: 123-145; Pujal et. al., op.cit: 2) pensado para la evangelización de grupos numerosos y la coexistencia de rituales nativos con otros cristianos en un espacio sacro. Actualmente dicho sistema se encuentra en uso

para celebraciones religiosas. La iglesia es el polo centrífugo de todos estos movimientos territoriales y goza de especial atención por parte de los pobladores.

Objetivos

Nuestra hipótesis de trabajo es que existen uno o varios sub-componentes de elementos constructivos, que permiten realizar una cuantificación del envejecimiento.

El objetivo del presente trabajo es la determinación de ese/os indicador/es del envejecimiento en este tipo de edificios, con el propósito de poder cuantificar el estado constructivo del mismo durante el período posterior a las intervenciones realizadas.

Construcción susqueña ancestral

La iglesia posee muros de rocas en los tercios inferiores y medios de los cerramientos, de aprox. 0.80m de espesor. Mientras que en el tercio superior y cuerpos altos de campanario se dispusieron grandes adobes (Marinsalda, com. pers.). La cubierta está realizada con estructura de tijeras de madera y tablas de cardón. Sobre ellas se dispusieron diversas

capas vegetales alternadas con torta de barro. La última capa se constituye con una gramínea regional denominada guaya (*deyeuxia fulva*) que se dispone con haces en forma de tejeroz. Los aleros reciben un tratamiento especial con refuerzos de otra gramínea chillahua (*festuca scirpifolia*) sobre rocas aplanadas que constituyen la estructura sustentante del volado de las pajas superiores.

El edificio está exento en su emplazamiento, dentro del espacio del atrio, favoreciendo la acción directa de los agentes atmosféricos y antrópicos sobre el perímetro del mismo, con particularidades según la orientación de las distintas vistas. La volumetría del mismo está compuesta por una nave principal longitudinal con cubierta a dos aguas, una sacristía hacia el sur, una capilla lateral hacia el norte y una torre campanario situada en la esquina noreste.

METODOLOGÍA

Se planteó una visita por cada período estacional hasta cubrir un ciclo anual, para dotar de regularidad a los muestreos y observaciones. Se identificaron los principales elementos constructivos, teniendo en cuenta la interrelación elementos constructivos-patologías constructivas y edificio-ambiente (Ramos et. al, 2003:) Esto nos permite monitorear los diferentes elementos y sub-elementos constructivos según su posición en los cortes o relieves representativos de las diferentes orientaciones del edificio (fig. 2). Se organizaron los monitoreos e inspecciones en matrices generales que permiten seguir la evolución de los envejecimientos.

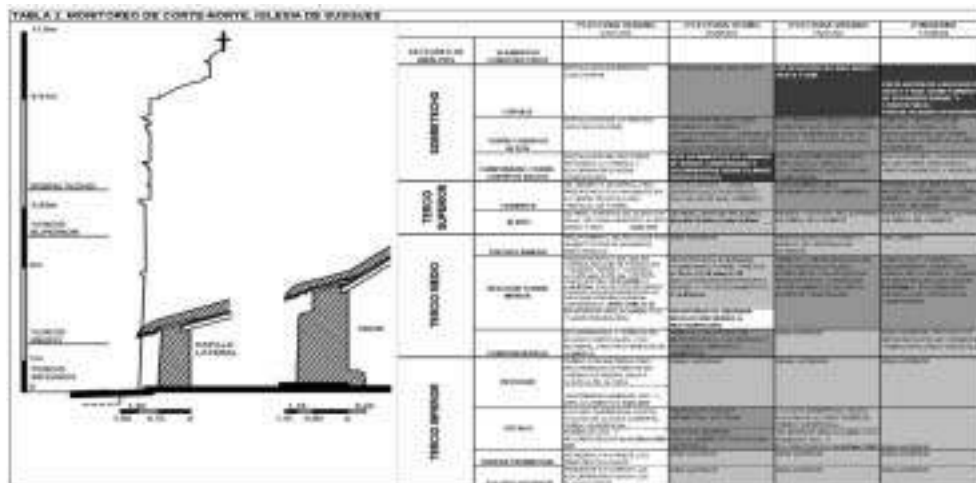


Figura 2. Ejemplo de tabla cronológica, correspondiente a relieve norte. Susques.

Muestreo de revoques y cubierta

Se tomaron muestras de fibras de cubierta, de revoques en muros exteriores e interiores (con anterioridad a la restauración de 2003). También se tomaron muestras de material árido proveniente de disgregamientos de revoques y cubiertas. Todos estos muestreos permiten el análisis microscópico y macroscópico en gabinete, el cual complementa el análisis in situ, realizado sobre aquellos elementos constructivos que no pueden permitir muestras.

Medición de movimientos volumétricos en revoques

A través del calibre Crockett (Alva et. al. 1983: 203-206), se tomaron lecturas sobre un ciclo diario de expansiones y contracciones de los revoques de muros. Además se tomaron lecturas de temperatura para el mismo día en el ambiente circundante al sector de instalación del calibre.

Análisis de grano suelto en muestras térreas

Se realiza con una pequeña cantidad representativa (150 grs.) sobre un plano inclinado, favoreciendo el rodamiento o desplazamiento de los áridos según su peso. De esta manera se observa el comportamiento de las arenas entre si, según su forma; y sobretodo el comportamiento de la fracción fina con la arena con humedad ambiente. Se distribuye toda la muestra sobre el plano inclinado y se realiza la estimación cualitativa de la

presencia de áridos con ayuda de un microscopio. Finalmente se precipita la muestra en un recipiente y se observa la fracción fina adherida laminarmente al plano inclinado con la ayuda de un microscopio. Esta observación cualitativa se complementa con un ensayo de sedimentación en recipiente vidriado y graduado.

Estado de la fibra de guaya

Empleando un microscopio portátil de 100X; y uno digital con conexión a PC, IntelPlay QX3, se realizó el examen de las muestras de fibras tomadas de la cubierta del edificio. Se inspecciona los puntos extremos y el medio de la fibra, observando además la rigidez de la fibra, así como exfoliaciones axiales o radiales. También se observa el interior de la fibra para registrar presencia de médula residual muerta o elementos extraños que puedan afectar la fibra.

INTERPRETANDO EL ENVEJECIMIENTO

Adoptamos como unidad de análisis y relevamiento el relieve o corte constructivo representativo por cada orientación del edificio. Este concepto de epidermis constructiva permite enfocar el estudio de la interacción edificio-ambiente, diferente para cada una de las vistas.

En el relieve este observamos que los sectores más afectados son los cuerpos altos de la torre y la cúpula. Además los revoques correspondientes a tercios medios de muros con las particularidades descritas en la misma tabla. En el relieve norte (tabla 2) observamos nuevamente que los cuerpos altos de la torre experimentan un proceso de desgaste superficial debido a la exposición de este volumen exento a la acción de los agentes atmosféricos especialmente en las aristas de la torre. En tanto los tercios medios de revoques en muros presentan una transformación paulatina de las superficies, con microfisuraciones y depósitos de áridos finos que alteran sobretodo el aspecto. No representan procesos disruptivos del normal envejecimiento.

Otro es el caso de los zócalos, tanto en los muros de la iglesia como del atrio, que experimentan un proceso de desgaste incesante, asociado al rebote del agua de lluvia en la vereda perimetral de piedra y a la friabilidad de estos sectores próximos al suelo, de inercia térmica muy elevada. Esto produce una exfoliación sectorizada en el caso de la iglesia y



deplacamiento en el caso del atrio.

En el interior se observa una evolución del deterioro, particularmente exfoliaciones, debido al rozamiento directo con la superficie de los podios o poyos. También debido a las aspersiones para limpieza y consolidación del solado de tierra en contacto con los podios y zócalos de muros.

En el relieve oeste observamos alteraciones de la superficie de los tercios medios de muros; y proceso de desgaste en zócalo, de manera similar a lo observado en el relieve norte. Uno de los procesos que interesaba interpretar en este relieve es la meteorización de los áridos finos en las superficies de contrafuertes y muros. Este se produce especialmente en los planos horizontales de los contrafuertes y los sectores verticales inmediatos a ellos, por medio de áridos finos depositados en las rugosidades del revoque. A diferencia de los muros, en cuya superficie los áridos simplemente se adhieren mecánicamente y pueden retirarse con limpieza mecánica; en los contrafuertes se forma una solución coloidal(c) junto al agua de lluvia, que cubre los revoques y forma una película protectora sobre los mismos.

Los deterioros de la cúpula son crecientes en el relieve expuesto al sur. Es significativo el incremento de grietas y microfisuras debido a la deformabilidad de dicho elemento y la acción directa de la radiación, el viento y las bajas temperaturas. También se incrementan las transformaciones superficiales del revoque en el tercio medio, con diversos patrones de microfisuración de manera similar al relieve norte. El teñido de los zócalos, por anclaje de los áridos más finos en las rugosidades del revoque es un proceso constante aunque todavía no produjo deplacamientos o exfoliación de revoques en los muros de la iglesia. Si lo produjo en el caso de los muros del atrio, aunque influye notablemente la dureza del revoque cementicio-calcáreo y la mala elección de la granulometría más adecuada a un sustrato de barro, según se observa en las muestras analizadas en la tabla 7. Los desgastes en zócalos producidos por el rebote del agua de lluvia y el teñido de la superficie del contrafuerte, de forma similar al relieve oeste, también están presentes en este relieve.

Con respecto a las microfisuras observadas, distinguimos dos patrones de acuerdo a la separación entre microfisuras. El patrón 1 es el que se denomina microfisuras en red o atortugamientos, cuyos continentes poseen un radio de 0.015m. El patrón 2 es el denominado microfisuras en mapa, cuyos continentes poseen un radio de 0.255-0265 m. El espesor de las microfisuras en ambos casos es similar, en el orden de los 0.05 mm y no presenta peligro para la estabilidad de los revoques debido a dicho



reducido orden de magnitud. Estas microfisuras además son calafateadas o rellenadas con las escorrentías térrreas provenientes de planos altos o aspersiones naturales de agua, viento y tierra.

El monitoreo de los movimientos volumétricos en el revoque de la torre del campanario, presenta una homogeneidad en las dilataciones en las tres direcciones principales (fig.3), con una ligera predominancia a favor de la dirección vertical en horas posteriores al mediodía. Sin embargo este pico se produce una hora y media antes del pico de temperatura en dicho día (fig. 4). Esto permite inferir que los movimientos volumétricos de dicha capa están en relación con la cantidad de calor acumulado desde las primeras horas de radiación. Existe una marcada inflexión a las 16:30 horas, cuando la expansión del revoque se reduce, tal vez a causa del enfriamiento del instrumento; y luego una constancia en la dilatación volumétrica cuya única fuente de calor puede ser el propio muro. Se presenta un hecho significativo en el empleo de este instrumento. Contrario a nuestra suposición sobre el incremento de la lectura de dilatación, a causa del acero inoxidable del calibre, resulta una corrección negativa. Es decir que debimos sumar contracciones a las lecturas del calibre.

GRUPO 1. MONITOREO DE MOVIMIENTOS VOLUMÉTRICOS EN LA TORRE DEL CAMPANARIO (SUSQUES)

HORA	DIRECCIÓN VERTICAL	DIRECCIÓN HORIZONTAL (N-S)	DIRECCIÓN HORIZONTAL (E-O)	DIRECCIÓN HORIZONTAL (O-E)	DIRECCIÓN HORIZONTAL (S-N)	DIRECCIÓN HORIZONTAL (E-W)	DIRECCIÓN HORIZONTAL (W-E)	DIRECCIÓN HORIZONTAL (N-S)	DIRECCIÓN HORIZONTAL (S-N)
08:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09:00	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
10:00	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
11:00	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
12:00	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
13:00	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
14:00	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
15:00	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
16:00	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
17:00	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
18:00	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19:00	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
20:00	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
21:00	0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
22:00	0,0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
23:00	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
00:00	-0,2	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
01:00	-0,3	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
02:00	-0,4	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
03:00	-0,5	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
04:00	-0,6	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
05:00	-0,7	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
06:00	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
07:00	-0,9	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
08:00	-1,0	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4



Figura 3. Monitoreo de movimientos volumétricos en torre, Susques.

GRUPO 2. MONITOREO DE TEMPERATURAS EN LA TORRE DEL CAMPANARIO (SUSQUES)

HORA	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA SUPERFICIE (°C)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA DEL SOL (°C)	TEMPERATURA DEL VIENTO (°C)	TEMPERATURA DEL SUELO (°C)
08:00	18,0	28,0	20,0	35,0	18,0	18,0
09:00	19,0	29,0	21,0	36,0	19,0	19,0
10:00	20,0	30,0	22,0	37,0	20,0	20,0
11:00	21,0	31,0	23,0	38,0	21,0	21,0
12:00	22,0	32,0	24,0	39,0	22,0	22,0
13:00	23,0	33,0	25,0	40,0	23,0	23,0
14:00	24,0	34,0	26,0	41,0	24,0	24,0
15:00	23,0	33,0	25,0	40,0	23,0	23,0
16:00	22,0	32,0	24,0	39,0	22,0	22,0
17:00	21,0	31,0	23,0	38,0	21,0	21,0
18:00	20,0	30,0	22,0	37,0	20,0	20,0
19:00	19,0	29,0	21,0	36,0	19,0	19,0
20:00	18,0	28,0	20,0	35,0	18,0	18,0
21:00	17,0	27,0	19,0	34,0	17,0	17,0
22:00	16,0	26,0	18,0	33,0	16,0	16,0
23:00	15,0	25,0	17,0	32,0	15,0	15,0
00:00	14,0	24,0	16,0	31,0	14,0	14,0
01:00	13,0	23,0	15,0	30,0	13,0	13,0
02:00	12,0	22,0	14,0	29,0	12,0	12,0
03:00	11,0	21,0	13,0	28,0	11,0	11,0
04:00	10,0	20,0	12,0	27,0	10,0	10,0
05:00	9,0	19,0	11,0	26,0	9,0	9,0
06:00	8,0	18,0	10,0	25,0	8,0	8,0
07:00	7,0	17,0	9,0	24,0	7,0	7,0
08:00	6,0	16,0	8,0	23,0	6,0	6,0



Figura 4. Medición de temperaturas en día otoño, Susques.

El hecho que explica este fenómeno es la gran friabilidad de los revocos, los cuales al contactar el calibre le transmiten una reducción de temperatura a pesar de estar el mismo expuesto al sol. Como vemos, esta situación recién se equilibra en horas de la tarde, podríamos suponer

cuando se alcanza un equilibrio entre la temperatura del revoque y la del aire, que favorecen la constancia de volumen en aquel (figs. 3 y 4).

Al realizar la granulometría del material térreo vemos que existe una coherencia en el empleo de material árido arenoso para los revoques más duros y/o cementicios, mientras que en la cubierta se emplea material con mayor contenido de fracción fina, compuesto por limos y arcillas. En esta presencia de material fino influye la capacidad de los entramados vegetales para retener dicha fracción, ya que los revoques no poseen dicha capacidad debido a la inexistencia de un anclaje de orden micrométrico.

Mientras que en la fibra vegetal existen oquedades y rugosidades de dicho orden (diámetro interior medio de fibra $\varnothing = 80$ micrones) que tienden a retener la fracción fina. Esto favorece la cohesión de la masa ante la presencia de humedad, regula el desecamiento progresivo y conserva los gránulos formados durante los períodos secos. También es notoria la menor higroscopicidad de estas últimas a diferencia de lo observado en las muestras de revoque de muros, debido al mayor contenido de arenas y gránulos cementicios en estas últimas.



Al inspeccionar la cubierta de guaya en las sucesivas visitas, observamos una precipitación de las fibras a pie de muro, aunque muy incipientemente. Se estima una pérdida de la masa de cubierta menor al 5% al final del tercer año de vida de la cubierta reconstruida en el año 2000. Al observar la fibra de guaya al microscopio podemos distinguir claramente el proceso de desgaste de la misma. En el cuadro 1 (fig. 5) vemos la morfología de la punta que favorece la presencia de una hendidura en la misma. Esta comienza en el tallo mismo y en diversas longitudes de la fibra se encuentra más o menos abierta para permitir el relleno de material árido fino o el deflecamiento de las paredes que constituyen la fibra (fig. 5, posición 8). Este proceso, al encontrarse la fibra dispuesta con el tallo

hacia arriba, comienza justamente en el extremo. Actúan las escorrentías térreas y el lavado del agua de lluvia que van hendiendo de esta manera a las fibras de la micro corteza en el sentido longitudinal de la fibra. En cambio las fibras inmersas en la torta de barro se preservan de este desgaste en tanto no comience el proceso por una quebradura de la misma, la cual es frecuente debido a la rigidez de las mismas. Un buen indicio del estado aceptable o vida media inalcanzada en la fibra, es la imposibilidad del arranque de la misma desde su matriz térrea. Esto significa que la superficie de la fibra está bien preservada y por ende su estabilidad de forma. Una vez iniciado el proceso de escurrimiento en la fibra hueca ($\varnothing_{int} = 80$ micrones) comienza el lavado de las sustancias nutrientes en el interior de la misma, lo que altera su brillo y coloración clara hacia tonos más oscuros y opacos.

CONCLUSIONES

De la interpretación anterior resalta el papel de los agentes climáticos como fuertes condicionantes de la durabilidad de los volúmenes y planos más expuestos y exentos como los muros del atrio y la torre. Por esta razón debe extremarse el cuidado en la elección de granulometrías coherentes y graduales con el sustrato progresivo de cada revoque en estos sectores. La capa de revoque debe poseer una deformabilidad, que acompañe los movimientos volumétricos de la masa, es decir de los adobes; y con dureza superficial a fin de resistir la abrasión y el desgaste a que se someten por ser elementos expuestos. Esto nos lleva a usar los consolidantes incorporándolos gradualmente en diversas aplicaciones desde el muro o sustrato, revoque grueso y hacia el exterior, de manera similar a la propuesta por Crocker (1993: 433-437). Estos pueden ser inorgánicos como el agua de cal, u orgánicos como los geles animales y vegetales provenientes de cartílagos y del cardón (*Trychocereus atacamensis*) respectivamente.

El otro aspecto que resalta llamativamente y se constituye en el indicador determinante de la durabilidad del conjunto, es la fibra de la guaya. Empleada según el conocimiento empírico local, en la cubierta del conjunto, determina la durabilidad ese elemento constructivo pero también de todos los elementos que se encuentran debajo de ella. En las muestras tomadas en la cubierta se detecta un porcentaje elevado de deterioro de la fibra (50%). Más aún en el caso de los coronamientos de guaya de los muros del atrio. Sin embargo el anclaje de las fibras a la torta es muy bueno todavía y no permite una pérdida de masa (muestreada a pie de muro) mayor al 5%. Además se ensayó la penetrabilidad (mediante un



espesímetro) de la misma in situ y el grado de anclaje fibra-torta; sin detectar una reducción significativa de dichos parámetros.

TABLA 7. ANÁLISIS DE GRANO SUELTO EN MUESTRAS DE TIERRA. TALLER DE OBRAS									
MUESTRA	FORMA	DIRECCIÓN	ELEMENTO CONSTRUCTIVO	GRAN (µm)	LIM (µm)	ARELA (µm)	CLASIFICACIÓN	FORMA DE ARÍD.	REMARKS
001-04	ESQUEL	NORTE	TUBERÍA	80	25	25	ENTRE FRANCO Y FRANCO-ARENOSO	RETRODADO	GRANULADO A PARTIR DE UNO- FRACCION FINA (CONTENIDA EN FIBRAS VEGETALES)
001-04	ESQUEL	NORTE	MUR INTER-LADO INT	80	30	30	ENTRE FRANCO ARENOSO Y ARENOSO	PL. SUELO	GRANULADO A DESPLAZAMIENTO-GRAN CAPACIDAD DE FROCCION DE MARCHO
001-18	ESQUEL	NORTE	MUR INTER-LADO INT	80	34	34	FRANCO ARENOSO	PL. SUELO	GRANULADO A DESPLAZAMIENTO-DE APPLICACION RAPIDAMENTE LA FROCCION FINA CON LA ARENA EN PRESENCIA DE HUMEDAD
001-02	ESQUEL	ESTE	OSLA	80	5	25	ENTRE FRANCO ARENOSO Y ARENOSO	RETRODADO	INTERVAL. MENUDA TAMAÑO POR UN RAZÓN AL ENCUENTRO DE PUNO HARE Y SUCRISTO SUCRISTO. ALIENS MAY LITING.
001-03	ESQUEL	ESTE	MUR INTER-LADO INT	80	25	25	FRANCO	RETRODADO	GRANULADO A DESPLAZAMIENTO
001-02	ESQUEL	ESTE	MUR INTER-LADO EXT	80	20	25	FRANCO ARENOSO	ACOMODADO	GRANULADO A DESPLAZAMIENTO
001-02	ESQUEL	NORTE	MUR INTER-LADO INT	80	25	25	ENTRE FRANCO ARENOSO Y FRANCO	RETRODADO	GRANULADO A DESPLAZAMIENTO DE FIBRAS VEGETALES

Figura 6. Tabla resumen del análisis de grano suelto.

Incrementar la durabilidad de dicha cubierta equivale a prolongar la vida útil de la fibra y el anclaje de la misma a la torta de barro. Lo primero se conseguiría imprimando los haces de fibra con un sellador orgánico que preserve la superficie de la exfoliación, aunque le conferiría una mayor rigidez. Podría intentarse con aceites vegetales o ceras, convertidos en geles no elásticos muy liófilos o hidrófilos (Monk, 1996: 182). Para mejorar la segunda característica es conveniente elegir material con los porcentajes de fracción fina similares a los actuales (fig. 6) correspondiente a un suelo franco pero con fracción gruesa o arena tamizada a diámetros menores a 80 micrones, que es el orden del diámetro interior de las fibras.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es posible gracias al apoyo material y financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET; el Centro de Estudios Indígenas y Coloniales, CEIC, dependiente de la Universidad Nacional de Jujuy; la Dirección Nacional de Arquitectura, Conducción Tucumán y Distrito Noroeste.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva, Alejandro;
Gelsomino, Luisella;
Cesari, Carlo 1983 **RILEVAMENTO E DIAGNOSI DEL QUADRO FESSURATIVO. STRUMENTI DI LECTURA DEL QUADRO FESSURATIVO**, en Recupero edilizio 2 = rilevamento e diagnostica, Bologna, Italia, pp.203-206.
- Crocker, E. 1993 **THEPURPOSE AND MECHANICS OF LIME RENDERS**. En memorias de la 7ma Conferencia Internacional sobre el Estudio y la Conservación de la Arquitectura de Tierra. Dirección General de Edificios y Monumentos Nacionales, ICCROM/CRATerre-EAG/ICOMOS. Silves Portugal.
- Delgado, Fanny y
Göbel, Bárbara 2003 **DEPARTAMENTO DE SUSQUES: LA HISTORIA OLVIDADA DE LA PUNA DE ATACAMA**, pp.81-104, en Puna de Atacama, Sociedad, economía y frontera, Alejandro Benedetti compilador, Alción Editora, Córdoba, Argentina
- Gisbert, Teresa; De
Mesa, José 1985 **ARQUITECTURA ANDINA, 1530-1830. HISTORIA Y ANÁLISIS**. Col. Arsanz y Vela, La Paz, Bolivia. 365pp.
- Pujal, Arnaldo Juan;
Marinsalda, Juan
Carlos; Nicolini, Andrés;
Demergassi, Carlos. 2002 **CONSERVACIÓN DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA PUNA DE ATACAMA**. En memorias del 1°Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur, GTT-LEME-FAU-UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina. 10pp.
- Ramos, Adolfo Rodrigo; 2002 **PATRIMONIO Y ARQUITECTURA DE TIERRA EN EL NOROESTE ARGENTINO, METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO COMPARATIVO DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS**. En memorias del 1°Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur, GTT-LEME-FAU-UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina. 12pp.
- Ramos, Adolfo Rodrigo; 2003 **ARQUITECTURA DE TIERRA Y PATRIMONIO EN EL NOROESTE ARGENTINO, DURABILIDAD DE**



REVOQUES Y REVESTIMIENTOS EN CONSTRUCCIONES DE TIERRA. En Cuaderno n°1, ponencias presentadas en el 6° Seminario-taller Alternativas a la ocupación: Arquitecturas en Tierra, Proterra-CYTED, Montevideo, Uruguay. 5pp.

Monk, Felipe 1996 **PATOLOGÍA DE LA PIEDRA Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN,** Ed. CEPRARA, Bs. As., Argentina, ISBN 987-95441-0-2. 251 pp.

Referencias

- (a) Casassas, 1974: 73-74, en Delgado y Göbel, 2003: 88.
- (b) Delgado y Göbel, ibídem.
- (c) Una pintura de tierra, conformada por las partículas más finas y el agua de lluvia depositada en las ondulaciones del contrafuerte. Proceso explicado en Monk, 1996: 181.

Autores

Adolfo Rodrigo Ramos: Arquitecto, Becario doctoral CONICET-Centro de Estudios Indígenas y Coloniales-Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales- Universidad Nacional de Jujuy. Actualmente realiza el doctorado en UBA sobre la tesis "El Proyecto Arquitectónico y la sustentabilidad constructiva. Diseño Tecnológico del Hábitat en el Noreste Argentino". TEL. 0388-4222272 e-mail: arquinatt@hotmail.com

Andrés Nicolini: Arquitecto. Integrante del Equipo Técnico que desde hace casi veinte años lleva adelante los proyectos y obras de la Dirección Nacional de Arquitectura sobre los Monumentos Históricos Nacionales del Distrito Noroeste (Santiago del Estero, Tucumán, Salta y Jujuy). Las características de la gestión desarrollada han extendido su acción a otros planos de la gestión pública tales como proyectos y obras en otros edificios y conjuntos de valor patrimonial, asesorías a poderes públicos de niveles provinciales y municipales, además de la participación en congresos, cursos y seminarios. E-mail: contucnoa@yahoo.com.ar



**CONSERVACION DEL PATRIMONIO ARQUITECTONICO EN TIERRA:
VIGENCIA DE UNA TRADICION CONSTRUCTIVA O CONSTRUCCION
DE UNA TRADICION.**

Juan Carlos Marinsalda

RESUMEN

El patrimonio arquitectónico de tierra cruda ha sido realizado en muchos casos por comunidades en las cuales el uso de técnicas ancestrales se encuentran aún vigentes en la construcción de su hábitat. Las intervenciones en ese patrimonio trascienden el hecho físico, abarcando tanto el patrimonio cultural tangible como el intangible.

El presente trabajo pretende aportar una reflexión acerca de la pertinencia de criterios aplicables al proyectar intervenciones en este patrimonio.

El problema se plantea en el marco de las intervenciones que realiza el Estado por medio de sus instituciones y su relación con la comunidad, ya que se considera que una de las características particulares del patrimonio en tierra cruda es la posibilidad de participación comunitaria. En este contexto, se analizan diversos casos en la región de Cuyo intervenidos o en proceso de intervención por el Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura. El panorama que se presenta ante cada posible intervención es diverso en función de la vigencia de tradiciones constructivas, contextos culturales, valor simbólico de los edificios y las intervenciones sufridas.

Las conclusiones están orientadas a analizar las distintas alternativas que pueden desarrollarse desde el Estado para lograr una conservación sostenible de este patrimonio promoviendo la activa participación de las comunidades involucradas.

ABSTRACT

In many cases, the architectonic earth heritage has been made by communities in which the use of ancestral techniques is still effective in the construction of their habitat. Interventions in that heritage go far beyond the physical fact, involving the tangible cultural heritage as well as the intangible one.

This work tries to make a contribution to the discussion about pertinent criteria for the intervention in this heritage.

The subject is approached within the framework of the interventions made by the State by means of its institutions and its relation with the community,



considering that earth building could easily be associated to participative processes.

In this context, several cases in which the Cuyo District of the National Direction of Architecture has taken part, are presented and analysed. For each one, the alternatives of intervention criteria were decided considering constructive traditions, cultural contexts and symbolic value of the buildings and past interventions. The conclusions focus on the discussion of the intervention alternatives that can be conducted from the State with objectives of conservation of this heritage with the active participation of the involved communities.

INTRODUCCION

Sobre el análisis de siete proyectos en desarrollo por el Distrito Cuyo en la región, se desarrollarán en profundidad los tres casos más emblemáticos en función de una serie de variables (valor simbólico para la comunidad, vigencia de técnicas constructivas, mantenimiento apropiado y organización de la comunidad). Los casos a desarrollar serán la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario de las Lagunas o Guanacache, en Lavalle, Mendoza; la iglesia de nuestra Señora del Rosario de Merlo, en Merlo, San Luis y la Casa de Molina o de las Bóvedas en Maipú, Mendoza. En los tres casos, el nivel de participación de la comunidad es diverso y también lo es el valor simbólico de los edificios, por lo que las propuestas de trabajo se adaptan e incluyen o incluyeron el desarrollo de talleres de capacitación en la construcción y conservación de arquitectura de tierra.

IGLESIA DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO, GUANACACHE, LAVALLE. MENDOZA

La Iglesia es conocida tanto como "iglesia de Nuestra Señora del Rosario de Guanacache" o "del Rosario de las Lagunas" se encuentra ubicada en el distrito de Lagunas del Rosario, Departamento de Lavalle, en el Norte de la Provincia de Mendoza. La comunidad cuenta con Escuela, Delegación Sanitaria, de Registro Civil y Policial y se encuentra organizada jurídicamente como Comunidad Huarpe.

El área de las lagunas es un sistema de humedales degradados alimentados por los ríos Mendoza y San Juan, es compartida con la Provincia de San Juan y ha sido denominada Sitio RAMSAR en 1999 con el objeto de preservarla.

Para las fiestas patronales, el pueblo cobra inusitada vida y es invadido por miles de visitantes del desierto, ciudades y provincias vecinas que acampan durante tres días produciendo un fuerte impacto.



Los edificios del conjunto están contruidos con los recursos naturales del lugar, zona árida actualmente muy degradada y de baja diversidad. Los muros son de adobe, cubiertas de torta de barro sobre techados de cañizo y estructura de madera de álamo, especie foránea que debió ser introducida luego del proceso de desertificación de la zona, que produjo la desaparición de los algarrobales. El sector del coro aún se conserva con la estructura de madera de algarrobo, testimonio del pasado ambiental del área.

ANTECEDENTES HISTORICOS, CULTURALES, SOCIALES, ECONOMICOS, RELIGIOSOS Y AMBIENTALES.

El territorio de las Lagunas habitado por los Huarpes, comenzó a ser evangelizado hacia los primeros años del siglo XVII cuando se estableció la doctrina de Rosario de Guanacache, construyéndose, de acuerdo con la tradición, una capilla precaria que fue reemplazada hacia fines del Siglo XVIII por un edificio de adobe.

La región de las lagunas fue desde mediados del Siglo XVIII un importante recurso para el crecimiento del norte de la provincia, tuvo un importante desarrollo agrícola, además de una explotación de sus recursos ictícolas, productos que eran consumidos en la ciudad de Mendoza. La comunidad Huarpe sufrió un lento proceso de mestizaje debido a la instalación de nuevos colonos.

Hacia principios del Siglo XX toda la región del desierto de Lavalle comenzó a sufrir un muy importante deterioro ambiental y humano como resultado de la sobreexplotación de los algarrobales y el desecamiento de las lagunas, recursos que fueron y son actualmente consumidos por el Oasis Norte. Esta situación produjo un acentuado proceso de desertificación y de inequidad territorial en la distribución de recursos que terminó por sumergir a la población local sometiéndola a una importante emigración y al abandono de las áreas cultivadas. El edificio de la capilla permite realizar una lectura de este proceso a través de sus disposiciones constructivas.

Luego del terremoto de 1861, la iglesia debió ser reconstruida, tarea que demandó tres años y que podría haber respetado la disposición original.

Según la tradición, posteriormente se habría invertido el acceso de la capilla, lo que generó que las torres quedaran al pie y que se construyera un falso ábside. Desde 1975, año en que fue declarada M.H.N., la Dirección Nacional de Arquitectura, Distrito Cuyo, realizó tareas de mantenimiento de torteados y revoques de barro y pintura, sin modificar el edificio.

En el año 1999 la D.N.A., en colaboración con la Municipalidad de Lavalle realizó una importante intervención en el sitio que abarcó la restauración integral de la capilla y la casa parroquial y los edificios aledaños que pasaron a funcionar como museo. En la capilla se procedió a retirar y recons



truir todos los revoques exteriores y las cubiertas, reemplazando tirantes y cañizos; se restauró el piso de ladrillos de la galería y se colocó un piso de baldosas criollas en el atrio, se restauraron carpinterías y se pintó todo el conjunto.

En el sector de Bordos Negros se construyeron una sala de primeros auxilios y sala para guardia policial, sanitarios públicos, salón de usos múltiples o centro de información y equipamiento de espacios comunes que son utilizadas masivamente en las fiestas patronales. Se reforestó con especies autóctonas mediante el riego por goteo, se renovaron las instalaciones de iluminación con tendidos subterráneos y se construyó un acueducto de 25 km. desde San José.

La municipalidad realizó un taller de capacitación para los integrantes de la comunidad en el que participaron también profesionales del grupo Tierra Tucumán; a éste taller asistieron también profesionales, lugareños y estudiantes de diversas provincias.

En los años 2001 y 2002 se realizaron tareas de mantenimiento de pinturas y revoques mediante compras de materiales por parte de la Dirección Nacional de Arquitectura y aporte de mano de obra de la comunidad mediante la Comisión Parroquial. El tiempo transcurrido desde la última intervención (el mantenimiento debe ser anual) hace necesaria una nueva intervención de mayor envergadura en la que debe participar la comunidad.

PROYECTO ACTUAL, MODALIDAD DE EJECUCION

Mediante Acuerdo de colaboración entre la Dirección Nacional de Arquitectura, Distrito Cuyo y la Municipalidad de Lavalle.

Proyecto y Dirección: Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura, Subsecretaría de Obras Públicas, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Mano de Obra y Administración: Municipalidad de Lavalle, mediante Planes sociales nacionales "Jefes y Jefas de Hogar" del Ministerio de Trabajo de la Nación.

Fondos para compra de Materiales: Transferencia de Fondos, programa "FONDO PATRIMONIAL" de la Dirección de Patrimonio Histórico - Cultural, Subsecretaría de Cultura, Ministerio de Turismo y Cultura de la Provincia de Mendoza. Supervisión: Delegación Mendoza de la Comisión Nacional de Museos y de Monumentos y Lugares Históricos.

TRABAJOS A EJECUTAR

El presente proyecto tiene por objeto intervenir en el edificio de la iglesia y los locales anexos destinados a casa parroquial y museo, construidos con tierra cruda, lo que hace necesario un mantenimiento continuado. Los tra



bajos a ejecutar comprenden la restauración y consolidación de los muros de adobes degradados por la humedad; restauración de cubiertas de suelo cemento; restauración de revoques; restauración de pisos de galerías; pintura general de muros y de carpinterías y estructuras de madera.

Se realizará un seguimiento de los trabajos por parte de un Arqueólogo que integrará un equipo con el Distrito Cuyo de la DNA y la Municipalidad de Lavalle para avanzar en tareas de investigación en el edificio de la capilla.

PROPUESTA DE ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO DEL BIEN.

La iglesia del Rosario es custodiada por la Comisión de la Capilla integrada por miembros de la Comunidad que habitan la zona en forma permanente. Hay integrantes de la comunidad que conocen las técnicas de construcción en tierra, habituales en la región, que además han sido capacitados en 1999 en los talleres que se desarrollaron con motivo de la restauración del conjunto.

La comunidad está en condiciones de realizar las tareas de mantenimiento y de hecho son los que se encargan de las mismas, dentro de sus escasas posibilidades materiales.

La Dirección Nacional de Arquitectura – Distrito Cuyo, tiene previsto continuar con las tareas de mantenimiento en conjunto con la comunidad y de investigación y desarrollo del sitio. Estos proyectos se continuarán realizando con el aporte de la mano de obra local y en colaboración con la Municipalidad de Lavalle.



1. Iglesia del Rosario de Guanacache



2. Iglesia del Rosario de Guanacache, vista interior.

**IGLESIA DEL ROSARIO DE MERLO, SAN LUIS
PROPUESTA PARA REALIZAR LAS OBRAS EN EL MARCO DE UN
TALLER DE CAPACITACION DE ARQUITECTURA DE TIERRA.**

CONTEXTO FISICO, CULTURAL Y DE PRODUCCION

En la comunidad de Merlo y de acuerdo con la información disponible hasta el presente, la construcción en tierra habría sido abandonada no encontrándose actualmente profesionales ni constructores capacitados en la especialidad, razón por la cual, en el caso de realizar la reconstrucción de la torre en adobes derrumbada en febrero de 2003, se hace necesario el desarrollo de este taller de capacitación y un monitoreo y supervisión muy riguroso de todas las etapas de la obra.

La localidad de Merlo se encuentra catalogada por el INPRES en la zona sísmica 2 y ha sido afectada por fuertes sismos, especialmente en las décadas de 1930 y de 1970, lo que provocó derrumbes parciales de la torre y posteriores reconstrucciones. El régimen de lluvias ha variado sensiblemente desde los 700 mm. de principios de siglo XX hacia la actualidad, con precipitaciones que llegan en temporadas a los 1200 mm. anuales que pueden concentrarse en 100 mm en pocas horas (el 3 de Febrero de 2003 durante una intensa tormenta se desplomó la torre). De acuerdo con la investigación histórica y de campo realizada, se ha confirmado que la torre

en su emplazamiento actual fue construida en 1847 y que ha sufrido hasta el momento dos derrumbes totales y por lo menos otros dos derrumbes parciales. Para ejecutar estos trabajos de reconstrucción en tierra, se deberá desarrollar el proyecto sismorresistente con el correspondiente cálculo estructural propuesto y aprobado por la CNMMLH. y también por la Municipalidad de Merlo, con el fin de asegurar los riesgos a terceros y al propio monumento, ya que debe considerarse que el muro Sur de la nave se encuentra fracturado por las sobrecargas y esfuerzos producidos por las distintas torres adosadas y superpuestas al mismo.

La comunidad asocia generalmente el colapso de la torre al hecho de haber sido construida en adobes y ha planteado reiteradamente su opinión favorable a reconstruir la torre en mampostería de ladrillos con estructura sismoresistente y separada de los muros de la nave por una junta sísmica. Se propuso también ante los responsables de las instituciones estatales que la participación de los profesionales locales sólo sería posible con este tipo de construcción, ya que el uso del adobe ha sido olvidado en la zona y ninguno de los integrantes del proyecto está capacitado para hacerlo. El debate llegó al límite de cursarse cartas documentos entre la Parroquia y la C.N.M.M.y L.H. sosteniendo ambas partes posiciones irreductibles, por lo que el inicio de los trabajos se encuentra en suspenso.



Ante este escenario se ha impuesto desde la CNMMLH y la DNA la realización de los trabajos mediante el desarrollo de un taller de capacitación liberando de responsabilidades a los profesionales locales, lo que hace necesaria la revisión y eventual anulación del convenio de colaboración vigente.

PROPUESTA DE DESARROLLO DEL TALLER

En este taller se desarrollarían las siguientes etapas:

1. Reconocimiento y trabajos de comunicación de la propuesta con la comunidad, relevamiento de constructores de arquitectura de tierra en la zona, inventario de edificios de tierra en la zona y patologías comunes. Selección y análisis de suelos y de adobes en sitios de extracción y producción y en laboratorio. Plazo estimado 30 días. A realizar en el terreno por el Distrito Cuyo de la D.N.A. y en laboratorios de U.T.N. regional Mendoza.
2. Taller de capacitación en fabricación de adobes, selección de tierras, métodos de estabilización. Técnicas de restauración y consolidación. Fabricación y montaje de quincha o refuerzos de adobe. En esta etapa se realizarán los trabajos de consolidación y restauración en la nave y se fabricarán los adobes y refuerzos de madera de acuerdo con el proyecto; se realizarán verificaciones de adobes en laboratorio. Plazo estimado: 30 días.
3. Taller de construcción de arquitectura de tierra. En esta etapa se procederá a levantar la nueva torre con adobes reforzados o quincha y a terminar la obra. Plazo estimado: 90 días.



3. Iglesia del Rosario de Merlo, vista antes del derrumbe de la torre.



4. Iglesia del Rosario de Merlo luego del derrumbe de la torre.

ACTORES INTEGRANTES DE LA PROPUESTA

La Coordinación de Obras en Monumentos Históricos Nacionales de la D.N.A. organizará el Taller y supervisará los trabajos.

El proyecto y la obra estarán a cargo del Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura, de acuerdo con el Convenio vigente.

La Parroquia de Nuestra Señora del Rosario de Merlo, de acuerdo con el Convenio vigente, que ha sido receptora de la transferencia de fondos para realizar la obra, será responsable de la administración de los fondos de acuerdo con las directivas del proyecto, colaborará en la Ejecución del proyecto y las obras por medio de los profesionales designados en todas las etapas de la propuesta y será el enlace de la DNA con la comunidad. (La participación de la parroquia se encuentra en estudio al no aceptar la reconstrucción de la torre en adobes).

La Comisión Nacional de Monumentos y de Museos y de Lugares Históricos tendrá a su cargo la Supervisión del Taller y de los trabajos y la colaboración, por medio de sus asesores en restauración de arquitectura de tierra y delegados locales, para el diseño y cálculo estructural de la nueva torre a construir en adobes.

Con el fin de garantizar la correcta ejecución de las directivas impartidas por la dirección de obra, se deberá implementar la presencia permanente en obra de un Representante Técnico especializado con experiencia en obras de restauración de arquitectura de tierra.

FINCA MOLINA, MAIPU. MENDOZA.

La casa fue construida en el siglo XVIII por la familia de Pedro Molina y sus descendientes la ocuparon hasta la década de 1980, cuando fue abandonada y comenzó un rápido proceso de deterioro perdiendo tres de sus cuatro cúpulas y diversos sectores de cubiertas, además de la vegetación de los jardines.

La casa en estado ruinoso fue declarada Monumento Histórico Nacional en 1998, fundamentando la solicitud en la importancia que tuvo en el marco de la gesta Sanmartiniana al haber sido Pedro Molina un importante colaborador de la campaña libertadora y por haberse realizado en la casa el baile de despedida de la oficialidad del Ejército de los Andes en 1817. La declaratoria no fue acompañada por la investigación histórica correspondiente ni por relevamientos arquitectónicos del conjunto, siendo el objetivo de la Junta de Estudios Históricos (promotora de la declaratoria) instalar un museo sanmartiniano y construir un monumento a la batalla de Maipú.

Hacia la década de 1990 la casa ya en ruinas fue ocupada por varias familias que realizaban un mantenimiento mínimo de la misma. Al ser declarada M.H.N. y adquirida por la Municipalidad de Maipú mediante un A.T.N., se procedió a expulsar a los ocupantes, resultando un rápido deterioro y



colapso del conjunto, el que hasta hoy continúa desocupado y es objeto de continuos saqueos, por lo que ha perdido prácticamente todas las carpinterías e instalaciones.

En 1998 la Municipalidad de Maipú contrató a un equipo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Mendoza para que realizara un proyecto de rehabilitación, el cual no fue concretado aunque permitió contar con una primera documentación arquitectónica del conjunto.

Esta casa no representa valores para la comunidad local por su declaratoria como M.H.N. en el marco de la gesta sanmartiniana sino por el hecho de haber sido propiedad de una familia tradicional, luego ocupada por varias familias y porque el mismo era utilizado como centro de actividades sociales por distintos colectivos. Es importante considerar que antes de la declaratoria el sitio fue objeto de una compra fallida por una cooperativa para construir un barrio de viviendas.

En el departamento de Maipú se concentra gran cantidad del patrimonio arquitectónico construido en tierra del área del gran mendoza, aunque desde el estado municipal no se permite la construcción de edificios en tierra cruda. Esta situación hace necesario realizar un relevamiento de constructores idóneos y desarrollar tareas de capacitación.

INTERVENCIONES REALIZADAS Y NUEVA PROPUESTA

En el año 2002 la D.N.A. realizó en forma conjunta con la Municipalidad de Maipú, trabajos de apuntalamiento y protección del edificio, muchos de cuyos elementos han sido saqueados. La municipalidad de Maipú no ha implementado aún la vigilancia permanente necesaria.

El nuevo proyecto de rehabilitación del conjunto está siendo realizado por la D.N.A. Distrito Cuyo en colaboración mediante un convenio con la Municipalidad de Maipú a la que le serán transferidos fondos para la adquisición de materiales; la mano de obra procederá de Planes Sociales Nacionales y de la planta de la municipalidad. Al ser ésta un área donde ya no se construye en tierra cruda por disposición de los organismos gubernamentales, aunque se cuenta con artesanos capacitados, se procederá a realizar las obras implementando una escuela taller de capacitación y concienciación sobre el patrimonio construido en arquitectura de tierra cruda. Una vez comenzados los trabajos de consolidación (paso imprescindible para comenzar las tareas de difusión) se proyecta realizar, con la colaboración de instituciones no gubernamentales, una serie de talleres con la comunidad destinados a detectar las necesidades sociales que puedan ser cubiertas por este sitio y lograr una apropiación del mismo con el fin de implementar un proyecto que supere el planteo original. Se realizarán las investigaciones históricas y arqueológicas necesarias para conocer al problemática del sitio y desarrollar una propuesta de museo de sitio.



Debido a los antecedentes de la venta fallida a la cooperativa, la expulsión de los ocupantes y cierre del predio, distintos sectores de la comunidad consideran que el bien les ha sido sustraído, lo que hace necesario un trabajo social para recomponer la relación de la comunidad con el bien y desarrollar un proyecto sustentable.



5. Finca Molina, vista en la década de 1970



6. Finca Molina, vista de la cúpula.

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
 "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

PROYECTOS DEL DISTRITO CUYO D.N.A. 2004

	PROPIEDAD USO	VALOR SIMBOLICO PARA LA COMUNIDAD	TECNICAS TRADICIONALES VIGENTES	ORGANIZACIÓN DE LA COMUNIDAD	MANTENIMIENTO ADECUADO	INTERVENCIONES REALIZADAS ULTIMOS 10 AÑOS	PROPUESTA ACTUAL
IGLESIA ROSARIO DE LAS LAGUNAS	IGLESIA ACCESO LIBRE	MAXIMO	SI	SI	SI	1999 D.N.A. – MUNICIPALIDAD CONTRATO. REALIZACION DE TALLER.	2004 DNA . M.O. COMUNIDAD HUARPE MATERIAL D.P. PCIA.MENDOZA.
IGLESIA ROSARIO DE MERLO	IGLESIA ACCESO LIBRE	MAXIMO	NO	SI	NO	1961/92 DNA POR ADM.Y POR CONTRATO 1997 PARROQUIA DERRUMBE TORRE 2003	2004 MO. LOCAL TRANSF. DE FONDOS. TALLER DE CAPACITACION CONFLICTO COMUNIDAD - CNMMLH
MOLINO R. ORTEGA	MUNICIPAL SIN FUNCION DETERMINADA ACCESO LIBRE	ALTO	NO	NO	NO	RUINAS 1995 DNA POR CONTRATO COLAPSO TECHOS 2003	2004 PROYECTO Y DIR DNA-MUNICIPALIDAD. CONTRATO C/ FONDOS MUNICIPALIDAD.
MOLINO GARCIA	PRIVADO MOLINO ACCESO RESTRINGIDO	ALTO	SI	NO	NO	PROPIETARIO 2000 DETE-RIORO GENERAL	2004 DNA-PPSS. CNMMLH – UNSJ- MUNICIPALIDAD DE JACHAL
CASA CRUZ VIDELA	PRIVADO VIVIENDA ACCESO PUBLICO PROHIBIDO	BAJO	NO	NO	SI	PROPIETARIO COLAPSO PARCIAL 2004	2004 DNA-FONDOS DE PROPIETARIOS ESTUDIOS DE SUELOS DNA-UTN.
CASA MOLINA	MUNICIPAL RUINA ACCESO PROHIBIDO	BAJO	NO	SI	NO	RUINAS 2002 DNA APUNTALAMIENTO	2004 DNA – MUNIC.- PPSS. ESCUELA TALLER
FUERTE SAN RAFAEL	MUNICIPAL RUINA ACCESO LIBRE	MAXIMO	NO	SI	NO	RUINAS 1995. DNA PROTECCION 2000. DNA – MUNICIPALIDADPROYECTO RECONST. PARCIAL	CONFLICTO COMUNIDAD-CNMMLH. NO SE APRUEBA LA RECONSTRUCCION. NUEVA PROPUESTA TALLER

Obras analizadas para el desarrollo del presente trabajo



CONSIDERACIONES FINALES

La conservación del patrimonio construido en arquitectura de tierra representa un espacio de oportunidad para la participación de la comunidad local promoviendo la vigencia de pautas culturales y garantizando un plan de mantenimiento sustentable del bien.

La conservación de arquitectura de tierra por parte de los organismos estatales debe contemplar el uso de recursos no contaminantes que puedan ser replicados por las comunidades locales, evitando generar todo tipo de dependencia externa al contexto de producción de esa arquitectura, de manera de capitalizar el impacto de la obra pública en beneficio de la comunidad.

En comunidades donde las pautas culturales y de producción de la arquitectura de tierra se han perdido y no hay consenso para su utilización se presenta la disyuntiva de *imponer* la construcción de una tradición o desarrollar nuevas propuestas mediante la utilización de las técnicas vigentes; la solución debe ser siempre producto del consenso.

Autor

Juan Carlos Marinsalda: Arquitecto, Jefe del Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Investigador del Proyecto Ambiente, territorio, turismo y desarrollo sustentable regional - CIUNT, Universidad Nacional de Tucumán. Doctorando de la Universidad de Sevilla, España. Primer premio nacional a la mejor intervención en el patrimonio edificado otorgado por la SCA y el CICOP, años 2001 y 2003 (en colaboración con el equipo del Distrito Noroeste de la Dirección Nacional de Arquitectura)

E: Mail marinsaldapastor@sinectis.com.ar . Teléfono: 0261 4231459 / 0261 4380645



A EVOLUÇÃO NO ESTUDO DO DESENHO DE CASAS CONSTRUÍDAS EM TAIPA DE PILÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO APÓS A DÉCADA DE 80

Arq. Fernando César Negrini Minto.

RESUMO

Toda a universalidade de usos a que nos possibilita o material terra é expressa através da ferramenta que a torna possível: o desenho.

O resgate de uma cultura construtiva que compõe a herança cultural e estética de um povo, trás respostas sensitivas e perceptivas àquele que busca suas raízes, sua gene, é o resgate de suas referências, tal busca também nos presenteia com novas possibilidades técnicas e plásticas na produção arquitetônica.

O contato do ser humano com a terra sempre foi muito íntimo e usá-la como matéria prima para a construção de habitações, é uma prática milenar e que se tornou muito difundida. Porém, por questões industriais e econômicas, o saber fazer com a terra está se perdendo e o pouco que ainda resta, funciona da mesma maneira de décadas atrás, sem se atualizar nem se aprimorar.

A resposta para igualar a tecnologia de construção com terra às práticas construtivas contemporâneas está tanto em pesquisas tecnológicas de apropriação e conhecimento das possibilidades e limitações do material, como também no desenho da sua arquitetura, não só no tocante à tecnologia do sistema construtivo, como também no que se refere a intenção e a estética.

ABSTRACT

All the universality of usages of the earth material is expressed through the tool that makes it possible: the drawing.

The rescue of a constructive culture that constitutes a people's cultural and esthetic legacy brings sensitive answers and perspective to the one who searches for their roots, their gene it's the rescue of their references, such a search also offers us as a gift new technique and plastic possibilities on the architectonic productions.

Contacts of the human being with the earth has always been very close and, use it as raw material for the construction of habitations, is a millenary usage that became very divulged. But, for industrial and economic issues the know how of earth constructions is becoming lost, and the very little that



still remains, works the same way it has been for decades, without any updating or improvement

The answer to equalize the technology of construction with earth to the contemporary building usage is both in technological research of appropriation and knowledge of the possibilities and limitations of the material, and also on the drawing of its architecture not only concerning to the technology of the building system, but also concerning to the intention and esthetics.

Introdução

Segundo a crítica de ARGAN sobre a metodologia das intervenções urbanas modernas, entendemos que tudo o que a cidade a cidade produz é a necessidade, para quem vive e opera no espaço, de representar para si de uma forma autêntica ou distorcida a situação espacial em que opera. Desta maneira apreciamos o espaço e o sítio onde vivemos como livros ou enciclopédias de onde podemos extrair informações e repertório construtivo, podemos reaprender com nosso passado.

Entender uma cultura ou as expressões e manifestações culturais é observar o seu conteúdo e ler todas as informações contidas lembrando sempre, como leitores atentos, que todas as expressões são resultado de alguma conquista que para sempre fica registrada na memória.

Porém a leitura deste passado não pode ser romântica, idílica ou idealizada. Devemos trabalhar na realidade com o olhar contemporâneo, munidos do conhecimento e da técnica, por nós apropriados no decorrer dos tempos. A cultura não é estática nem tampouco simplesmente bela por sua pureza, devemos levar em consideração todos os resultados e conquistas que as transformações sociais impregnam nos sistemas.

O objetivo principal deste trabalho, que ainda está em andamento, é uma análise crítica dos desenhos de construção com a taipa de pilão no estado de São Paulo, abrir discussões a respeito do desenho/características/modelos/soluções da arquitetura de terra tendo como estudo de caso a produção existente no estado de São Paulo delineando um quadro comparativo entre a produção atual e a antiga. Mostrar a importância de se levar em consideração as mudanças nos processos da humanidade no ato de se recuperar uma tecnologia, entendendo a melhor maneira de se construir hoje.



A questão do desenho

Cada solução estrutural ou arquitetônica é fruto de uma demanda específica da tecnologia escolhida para a construção de algo. O avanço tecnológico no tocante ao desenho de uma casa, precede o entendimento desta coerência entre as partes de uma casa.

As inovações tecnológicas atuais no que se refere a arquitetura de terra se baseiam em:

- Identificação e catalogação de solos mais apropriados;
- Estudos sobre a estabilização, impermeabilização e dosagens;
- Estabelecimento de parâmetros e métodos de ensaios de laboratório;
- Desenvolvimento de métodos de controle de fabricação/execução visando a garantia da qualidade dos produtos – adobes, blocos e painéis;
- Sistematização do processo construtivo visando aumentar a produtividade e diminuir o esforço humano no ato de construir;
- Elaboração de recomendações técnicas e projetos adequados às condições ambientais da região e tradição cultural.
- Preservação e recuperação de bens históricos.
- Tecnologia de habitações de interesse social

Ou seja, são muito poucos os estudos feitos nas instituições nacionais no intuito de melhorar e atualizar a tecnologia de terra em função de recuperar a tecnologia no sentido de recuperação de identidade cultural ou de apropriação do saber fazer tecnológico como herança.

Esta arquitetura, assim como todas as outras possui um desenho coerente com seu uso, com o sistema construtivo. Devemos entender a tecnologia e os processos para que assim consigamos desenhar esta arquitetura. A resposta para o seu uso está no seu desígnio.

Partindo da hipótese de que a modesta e pequena produção em arquitetura de terra na atual cultura construtiva brasileira é fruto do desconhecimento da história, de certos recursos estéticos e de possíveis releituras, além da especulação do mercado da matéria prima, é preciso aferir se houve ou não alterações ou adaptações nos processos para a melhoria do sistema, a fim de verificar se o atual processo acompanha a evolução do quadro geral da construção e se adapta aos novos modos de vida e programas para moradia.

Tal abordagem é relevante na medida em que buscamos a preservação e a sustentabilidade do nosso planeta, cultura e identidade como um povo coeso e singular. Assim, é preciso, desde logo, resgatar as características intrínsecas de todos os sistemas e processos que nos formaram e distin



guiram nossa identidade frente aos demais povos. Se ansiamos um fortalecimento de nossa pátria e do planeta, é necessário recuperar um sistema que não é apenas uma maneira de construir, mas sim uma maneira de sermos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANTES, Otília. 1995 **O LUGAR DA ARQUITETURA DEPOIS DOS MODERNOS.** São Paulo: EdUSP
- ARGAN, G. Carlo. 1998 **HISTÓRIA DA ARTE COMO HISTÓRIA DA CIDADE.** 4. ed. São Paulo: Martins Fontes,
- A.A.V.V. 1993 **7A. CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE A CONSERVAÇÃO DE ARQUITETURA DE TERRA – TERRA 93. ANAIS.** Silves, Portugal, 24 a 29 de Outubro de 1993. Portugal: DGEMN.
- BRUNA, Paulo J.V. 1976 **ARQUITETURA, INDUSTRIALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO,** São Paulo: Perspectiva.
- DETHIER, Jean. 1981 **DES ARCHITECTURES DE TERRE, UNE TRADITION MILLENAIRE,** Paris: Centre Pompidou.
- DIAS, Gabriel José Palma. 1993 **A TERRA CRUA COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO:** Anais da 7a Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra. Silves: DGEMN. P.304-309.
- EASTON, David. 1994. **ARQUITETURA DA TERRA NO SÉCULO XXI, UM APELO DE MASSA.** Napa – USA.
- EASTON, David. 1991 **DWELLING ON EARTH, A MANUAL FOR THE PROFESSIONAL APPLICATION OF EARTHBUILDING TECHNIQUES.** Napa – USA.



-
- | | | |
|-------------------------------------|------|--|
| Houben, H.,
Guillaud,
Hubert. | 1994 | EARTH CONSTRUCTION. London, Intermediate Technology Publications. |
| Lemos, Carlos A. C. | 1989 | ALVENARIA BURGUESA: BREVE HISTÓRIA DA ARQUITETURA RESIDENCIAL DE TIJOLOS EM SÃO PAULO A PARTIR DO CICLO ECONÔMICO LIDERADO PELO CAFÉ. São Paulo:Nobel. |
| Lemos, Carlos A. C. | 1999 | CASA PAULISTA: HISTÓRIA DAS MORADIAS ANTERIORES AO ECLETISMO TRAZIDO PELO CAFÉ. São Paulo: EdUSP. |
| Mascaró, Lúcia R. de. | 1990 | TECNOLOGIA E ARQUITETURA. Ed. Studio Nobel, S.Paulo. |
| Morin, Edgar. | 1990 | INTRODUÇÃO AO PENSAMENTO COMPLEXO. ESF editeur, Paris. |
| Neves, Célia Maria Martins. | 1995 | INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM CONSTRUÇÃO COM TERRA NA IBEROAMÉRICA. In: NUTAU – Arquitetura de Terra: LGP-FAUUSP. P.49-60. |
| Nobrega, Maria Teresa de. | 1997 | ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS COM ADIÇÕES COM CAL, ABPC, Boletim n. 13, São Paulo. |
| Oliveira, Mário Mendonça de. | 1995 | TECNOLOGIA DA CONSERVAÇÃO E DA RESTAURAÇÃO. Roteiros de Estudos. Edição bilingüe português/ espanhol. Salvador: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da UFBA/ PNUD UNESCO, 310p. |
| Rossi, A.. | 1995 | A ARQUITETURA DA CIDADE. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes |
| Saia, Luís. | 1978 | MORADA PAULISTA. São Paulo: Editora Perspectiva S.A. |
| Santiago, Cibèle Celestino | 1996 | O SOLO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO. Salvador:EdUFBA. |



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

- | | | |
|----------------------------|------|---|
| SEGAWA, Hugo. | 1999 | ARQUITETURAS NO BRASIL 1900-1990.
EDUSP, S.Paulo, 2 ^a ed. |
| VASCONCELOS,
Silvio de. | 1979 | ARQUITETURAS NO BRASIL: SISTEMAS
CONSTRUTIVOS. Belo Horizonte: Rona. |



CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DO PAU-A-PIQUE NO BRASIL

Mônica Cristina Henriques Leite Olender

Resumo

Assim como em vários países da América Latina e da Europa, também no Brasil podemos encontrar diversas pesquisas que têm a terra como tema principal. Aqui, as técnicas mais investigadas são a do adobe e o da taipa de pilão, sendo raros o desenvolvimento de pesquisas científicas que se refiram ao pau-a-pique (ou taipa de mão) ou a publicação de textos, principalmente se as investigações envolverem questões sobre a sua conservação e restauração. Tal fato é, no mínimo, curioso, pois esta é uma técnica amplamente empregada em edifícios antigos brasileiros, principalmente em exemplares dos séculos XVI, XVII, XVIII e XIX.

O desconhecimento da técnica do pau-a-pique, assim como dos materiais utilizados para a sua execução, têm levado a "restaurações" equivocadas. O emprego de materiais incompatíveis com os existentes, a utilização de mão-de-obra não qualificada e a falta de manutenção adequada contribuem para a destruição de inúmeras construções importantes do nosso patrimônio cultural.

O presente trabalho, fruto das pesquisas realizadas para a elaboração de uma dissertação de mestrado, está sendo desenvolvido com o intuito de levantar o máximo de informações sobre as características e diversas possibilidades de uso tradicional dessa técnica construtiva, bem como e, principalmente, a partir da análise dos dados obtidos, elaborar e divulgar orientações básicas que permitam a recuperação adequada de edifícios históricos de pau-a-pique no Brasil e, também a manutenção e conservação cotidiana dos mesmos.

Abstract

Various researches having earth as their main theme have been carried out not only in Latin America and Europe but also in Brazil. Here, the techniques known as adobe and rammed earth are the most widely studied. The publication of papers and scientific researches concerning the daubed earth technique is scarce, especially studies concerning its preservation and restoration, which is at least curious, since this technology is widely used in the older Brazilian buildings, mainly the ones built between the sixteenth and nineteenth centuries.



Inadequate restorations have been performed due to the lack of knowledge about the daubed earth technique and the materials used in its execution. The use of materials which are incompatible with the ones in the market today and unqualified labor, as well as the lack of proper maintenance contribute to the destruction of countless buildings of great importance to our cultural heritage.

This paper is the result of researches carried out in the working out of a dissert at on towards a Master's Degree. The development of the present stud aims at gathering as much information as possible about the features and possible uses of such building technique and, more importantly, analyze and use the data obtained to elaborate and disseminate basic directions which allow the adequate restoration, maintenance and preservation of Brazilian historical buildings constructed with daubed earth.

Introdução

Vários autores destacam a terra crua como um dos principais materiais de construção, utilizada pelo homem há, pelo menos, dez mil anos. Segundo J. Dethier, tal afirmação pode ser comprovada pela existência de vestígios arqueológicos de várias cidades da antigüidade que foram construídas com terra, dentre as quais podemos citar Jericó, na Palestina, Çatal Hoyuk, na Turquia, Akhet-Aton, no Egito, Chan Chan, no Peru e Babilônia no Iraque^I.

Mário Mendonça de Oliveira e Cybèle C. Santiago apontam, também, em seus respectivos textos, a abrangência histórica e geográfica na utilização das diversas técnicas construtivas utilizando-se a terra crua, desde os monumentais zigurates da Mesopotâmia e as construções indianas e chinesas, que remontam ao período neolítico, até as Américas, onde os incas e astecas já faziam uso da terra para construir seus edifícios em épocas anteriores à colonização europeia^{II}.

Sabe-se que a técnica do pau-a-pique foi trazida ao Brasil pelos portugueses quando da colonização de nosso território. As primeira construções em solo brasileiro, mais especificamente na atual cidade de Salvador - Ba, foram erguidas com a utilização dessa técnica. Segundo Carlos Lemos:

a arquitetura vernácula de Portugal sofre variações de acordo com a região do país. Ao norte sobressaem as construções em pedra, enquanto que ao sul, na região de Algarve predomina a arquitetura baseada na terra, como a crua dos adobes e das taipas^{III}.



As principais técnicas desenvolvidas no Brasil para a construção de edifícios utilizando-se a terra crua foram o adobe, o torrão, a taipa de pilão e a taipa de sebe, sopapo ou pau-a-pique. Tais técnicas foram adaptadas às condições naturais dos locais onde foram implementadas, tendo recebido influências, também, dos africanos e dos imigrantes que, paulatinamente, se estabeleceram em território brasileiro.

O emprego de cada uma dessas técnicas deveu-se, muitas vezes, ao relevo das diversas regiões brasileiras. Em São Paulo, por exemplo, a taipa de pilão foi a opção mais empregada. Já em Minas Gerais, onde o relevo é extremamente acidentado, optou-se, geralmente, pela utilização do pau-a-pique, devido ao seu pouco peso e à sua facilidade em adaptar-se a elevadas escarpas (apesar disso, outras técnicas são também encontradas no estado, como o adobe e a taipa de pilão).

Atualmente, a técnica do pau-a-pique vem conquistando uma significativa importância social, visto que é amplamente utilizada pelas classes mais pobres da população urbana e/ou rural, por gerar como resultado moradias de baixo custo construídas com materiais recolhidos no próprio terreno ou em regiões próximas ao mesmo. Tal fato tem despertado a atenção de técnicos no sentido de ser esta, talvez, uma alternativa para a construção, em larga escala, de habitações populares mais baratas e de qualidade.

O "saber fazer" desta técnica construtiva vem sendo, porém, preservado quase que exclusivamente pela transmissão oral nos setores mais pobres e marginalizados da nossa sociedade, devido à falta de bibliografia e pesquisas acadêmicas específicas sobre o assunto.

A partir da realização de estudos do material terra e de seu comportamento junto a outros materiais, como a madeira e a pedra, demos início a uma linha de pesquisa voltada, principalmente, para a conservação, restauração e a conseqüente perpetuação de estruturas de pau-a-pique, através da recuperação das técnicas tradicionais de sua execução.

A técnica do pau-a-pique

Trata-se, genericamente, de uma trama de madeira constituída por paus verticais (paus a pique) e horizontais coberta por argamassa de barro. É possível encontrar tramas constituídas somente de paus roliços ou somente de paus serrados ou, até mesmo, compostas pelos dois tipos. Os



paus verticais e horizontais podem ser amarrados entre si com diversos materiais como couro e fibras ou podem ser pregados com pregos ou cravos.

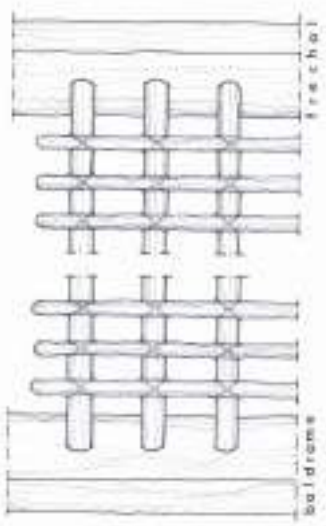


Fig. 1 – vista da trama do pau-a-pique presa no frechal e no baldrame

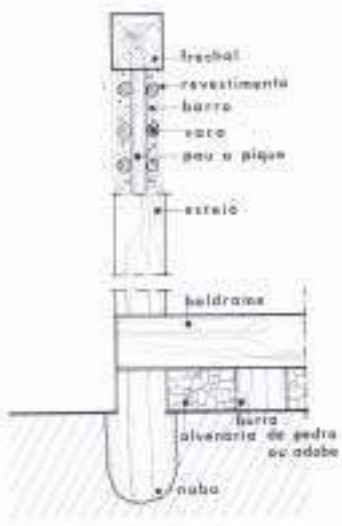


Fig. 2 – armação do pau-a-pique

Apesar de essa ser a tipologia mais comumente encontrada, existem outras que diferem um pouco deste esquema. A Figura 3, por exemplo, exhibe uma parede de pau-a-pique onde duas fileiras de toras de madeira são presas ao frechal através de uma ripa colocada no centro da face inferior do mesmo (parede "dupla"), ao longo do seu comprimento.



Foto 3 – Parede "dupla" de pau-a-pique

O modo pelo qual o barro é jogado manualmente para cobrir a trama deu origem a algumas das denominações pelas quais o pau-a-pique é também conhecido, tais como taipa de mão, taipa de sebe, "pescoção, taponas ou sopapo" (Vasconcellos, 1979).

O pau-a-pique, ao contrário de outras técnicas de arquitetura de terra como o adobe e a taipa de pilão, não é estrutural, mas de vedação. Por isso, sempre se associa a essa técnica a existência de uma estrutura autônoma, em geral uma gaiola de madeira, mas outros materiais podem ser encontrados como, por exemplo, a pedra.

Geralmente, o pau-a-pique era utilizado no interior das edificações e em pavimentos superiores, por ser bastante leve, mas é possível encontrar exemplares onde a gaiola de madeira, interna e externamente, no térreo e nos pavimentos superiores, foi totalmente preenchida por paredes de pau-a-pique.



Fig. 4 – Fachada Frontal – pavimento superior

Alcance pretendido com o desenvolvimento do trabalho

Para que os resultados buscados com o desenvolvimento do trabalho sejam obtidos, principalmente no sentido de contribuir para a realização de restaurações conscientes, elencamos determinados aspectos específicos para serem pesquisados que estão diretamente relacionados, sob o ponto de vista tecnológico, ao estudo de técnicas de conservação e restauração das vedações de pau-a-pique sob uma perspectiva macro, ou seja, seu comportamento frente às diversas estruturas autônomas que podem ser utilizadas, e sob uma perspectiva micro, onde serão analisados os elementos constitutivos – terra, trama de madeira, ligações – e os vínculos de encaixe entre esses elementos e entre eles e a estrutura autônoma.

Tais aspectos são os seguintes:

- as diferentes formas de como o pau-a-pique é encontrado nos edifícios, ou seja, o(s) tipo(s) de pau(s) usado(s) na constituição da trama, o(s) tipo(s) de material(is) utilizado(s) para amarrar os paus, o(s) tipo(s) de encaixe(s) entre a trama e a estrutura empregada, a cor do barro e sua textura, etc. O objetivo desse procedimento será abarcar, o máximo possível, uma variedade de construções ou de parâmetros construtivos, bem como de inventariar as diferentes formas do "saber fazer" ainda existentes nessas regiões e que se perpetuam, certamente, por serem transmitidas de forma oral;
- a composição dos materiais: a(s) espécie(s) da(s) madeira(s) utilizada(s) na trama, a composição do barro que preenche a trama, etc, bem como do comportamento destes materiais e sua relação com os elementos estruturais da edificação;
- o desenvolvimento de pesquisas relacionadas com a restauração dos diversos materiais constitutivos do pau-a-pique, bem como dos materiais com funções estruturais integrados a eles nas edificações.

Importância do conhecimento da técnica

Várias pesquisas sobre o uso da terra como material de construção são realizadas em todo o mundo, existindo, inclusive, centros especializados no assunto, como o CRATerre, na França. No Brasil, podemos encontrar, também, diversos trabalhos que têm a terra como tema principal. Curiosamente, as técnicas mais investigadas são a do adobe e o da taipa de pilão, sendo rara a publicação de qualquer bibliografia que se refira ao pau-a-pique, principalmente se as investigações envolverem questões sobre a sua conservação e restauração.

O desconhecimento da técnica do pau-a-pique, assim como dos materiais utilizados para a sua execução, têm levado a "restaurações" desastrosas realizadas, também, por profissionais das áreas de engenharia e arquitetura que se dizem capacitados para tal. O emprego de materiais incompatíveis com os existentes, a utilização de mão-de-obra não qualificada e a falta de manutenção adequada contribuem para a destruição de inúmeros edifícios.

Se somente considerarmos o fato de que uma parede de pau-a-pique é constituída por uma trama de paus verticais e horizontais preenchida com barro, já se pode perceber que o seu comportamento frente às



degradações nunca poderá ser igual ao das paredes monolíticas, por exemplo. Isso exige um conhecimento profundo – empírico e científico – de suas características, além do conhecimento da estrutura autônoma e do tipo de relação entre eles (vedação e estrutura). Como afirma Mário Mendonça de Oliveira,

muita investigação ainda necessita ser feita sobre o assunto, apoiada pela geotecnia, pela geoquímica, pela química analítica, pela física e outros ramos da ciência, o que é uma característica da interdisciplinaridade da conservação que, no caso particular, direciona-se para a proteção, restauração e reintegração de estruturas de terra crua. As dificuldades inerentes ao processo são aumentadas quando se trata de estruturas mistas de terra e madeira, pois quando as madeiras degradam-se no interior dos muros ou são infestadas por colônias de xilófagos que as consomem, fica muito difícil a intervenção em critérios adequados^{IV}.

Um dos passos mais importantes para uma mudança desse quadro diz respeito à capacitação dos profissionais envolvidos nas restaurações, capacitação essa que envolve todas as etapas de um projeto de conservação e restauro – levantamento cadastral, mapeamento dos danos, diagnóstico e intervenção – e permite o pleno entendimento do monumento pelos citados profissionais. A correta identificação das causas das degradações já garante pelo menos 80% de sucesso na intervenção, o que reflete diretamente numa maior preservação do monumento, na

diminuição dos custos e da possibilidade de se cometer equívocos. Segundo Silvia Puccioni:

Estudar o máximo para intervir o mínimo, com eficiência e segurança^V.



Bibliografia

- CAPUTO, Homero Pinto 1988 **MECÂNICA DOS SOLOS E SUAS APLICAÇÕES – FUNDAMENTOS**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- CAVALCANTE, Messias Soares 1982 **DETERIORAÇÃO BIOLÓGICA E PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS**. São Paulo: IPT – SP.
- CHIARI, Giacomo 1999 **CONSERVAZIONE IN SITU DI SUPERFICI DECORATE IN TERRA CRUDA**. In: Consolidanti e protettivi in uso sui materiali inorganici porosi di interesse artistico ed archeologico. 3 Incontri di Restauro – 25 – 27 febbraio. Trento: Provincia Autonoma di Trento – Servizio Beni Culturali, 2000. p. 88-99
- COMISSÃO DE COODENAÇÃO DA REGIÃO CENTRO ALLIANCE FRANÇAISE DE COIMBRA. s/d **ARQUITECTURAS DE TERRA – TRUNFOS E POTENCIALIDADES; MATERIAIS E TECNOLOGIA; LÓGICA DO RESTAURO; ACTUALIDADE E FUTURO**. Museu Monográfico de Conimbriga.
- CORONA, Eduardo e LEMOS, Carlos A. C. 1972 **DICIONÁRIO DA ARQUITETURA BRASILEIRA**. São Paulo: EDART
- DETHIER, JEAN 1986 **DES ARCHITECTURES DE TERRE OU L'ÂVENIR D'UNE TRADITION MILLENAIRE**. Paris: Edition du Centre Pompidou. 224p
- DOAT, P. et al 1985 **CONSTRUIRE EN TERRE**. Paris: CRATerre, Editions Alternatives
- DI MARCO, A. R. 1984 **PELOS CAMINHOS DA TERRA**. PROJETO, São Paulo, n.65, p. 47-59, julho
- FERNÁNDEZ, Rosa Amélia Flores 1995 **ESTUDO DA TAIPA DE PILÃO VISANDO AS INTERVENÇÕES EM EDIFICAÇÕES DE INTERESSE HISTÓRICO**. Salvador. Dissertação (Mestrado) – FAU – UFBA
- HENRIQUEZ, Fernando M. A. 1994 **HUMIDADE EM PAREDES**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil



- HOUBEN, Hugo; Guillaud, Hubert 1994 **EARTH CONSTRUCTION.** Marseille: CRATerre – EAG, Intermediate Technology Publications
- LEMOS, C. A. C. 1989 **ALVENARIA BURGUESA.** São Paulo: Nobel
- LEMOS, C. A. C. 1989 **HISTÓRIA DA CASA BRASILEIRA.** São Paulo: Contexto
- LOPES, Wilza Gomes Reis 1998 **TAIPA DE MÃO NO BRASIL: LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE CONSTRUÇÕES.** São Paulo: 1998. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, USP
- MATTONE, Manuela 2001 **GLI EDIFICI IN TERRA CRUDA: ANALISI DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE COSTRUTTIVE PRESENTI IN TERRITORIO PIEMONTESE.** In: STAFERRI, Luisa. Conservazione dei materiali nell'edilizia storica. Scuola de Specializzazione in Storia, Analisi e Valutazione dei Beni Architettonici e Ambientali, Politecnico di Torino. Torino: CELID, p. 83
- OLIVEIRA, Mário Mendonça de Oliveira 1996 **RUDIMENTOS PARA OFICIAIS DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO.** Rio de Janeiro: ABRACOR, 1996
- OLIVEIRA, Mário Mendonça de Oliveira 2002 **TECNOLOGIA DA CONSERVAÇÃO E DA RESTAURAÇÃO – MATERIAIS E ROTEIROS: UM ROTEIRO DE ESTUDOS.** Salvador: EDUFBA / ABRACOR
- PINTO, F. 1993 **ARQUITECTURA DE TERRA - QUE FUTURO?** In: Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra. Lisboa. CTT, Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais - DGEMN. p. 612-617
- PUCCIONI, Silvia s/d **RESTAURAÇÃO ESTRUTURAL DE EDIFÍCIO DE VALOR CULTURAL.** s/l. s/ed
- REIS FILHO, Nestor Goulart 1995 **QUADRO DA ARQUITETURA NO BRASIL.** São Paulo: Perspectiva
- RODRIGUES, J. W 1945 **A Casa de Morada no Brasil Antigo.** REVISTA DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO



			NACIONAL. v.9, p.159-90, Ministério da Educação e Saúde, Rio de Janeiro
SANTIAGO, Celestino	Cybèle	2001	ESTUDO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DE VITRUVIO ATÉ AO SÉCULO XVIII: UMA VISÃO CRÍTICO-INTERPRETATIVA À LUZ DA CIÊNCIA CONTEMPORÂNEA. Évora: Universidade de Évora. Tese (doutoramento em Conservação do Patrimônio Arquitetônico)
SANTIAGO, Celestino	Cybèle	2001	O SOLO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO. 2 ed., rev. Salvador: EDUFBA
SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA		2002	ANAIS. Salvador: Projeto PROTERRA
SILVEIRA, C.; GAMA, A		1982	ARQUITETURA DE TAIPA. MÓDULO, 1982, n. 70, p. 74 – 7, maio, Rio de Janeiro
TERRAZAS M., F	M., Luis	s/d	CASO DE IDENTIDAD COLECTIVA EN LOS VALLES DE COCHABAMBA. In: ARQUITECTURA EN TIERRA. La Paz: Universidad Mayor de San Andres / CYTED. Rede Habitterra
VASCONCELLOS, S. de		1979	ARQUITETURA NO BRASIL: SISTEMAS CONSTRUTIVOS. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais –UFMG
VIÑUALES, Maria	Graciela	s/d	RESTAURACION DE ARQUITECTURA DE TIERRA. s/l

Referencias

^I apud LOPES, Wilza Gomes Reis. **Taipa de mão no Brasil: levantamento e análise de construções.** São Paulo: 1998. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, USP. p. 29.

^{II} OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **A conservação do patrimônio edificado em terra.** In: Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra, 1, 2002, Salvador. **Anais.** Edit. C. Neves; C. Santiago Salvador: Projeto PROTERRA, 2002. p. 216-217

^{III} LEMOS, C. A. C. **História da casa brasileira.** São Paulo: Contexto, 1979. p. 16.

^{IV} OLIVEIRA, op. citp. 222-223.

^V PUCCIONI, Sílvia. **Restauração estrutural de edifício de valor cultural.** s/d. s/l. s/ed.

Figura 1: VASCONCELLOS, S. de. 1979. **ARQUITETURA NO BRASIL: SISTEMAS CONSTRUTIVOS.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais –UFMG, p. 47.



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Figura 2: VASCONCELLOS, S. de. 1979. **ARQUITETURA NO BRASIL: SISTEMAS CONSTRUTIVOS**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais –UFMG, p. 50.
Figura 3: Igreja de Nossa senhora da Conceição – Paty do Alferes - RJ
Figura 4: Fazenda Ribeirão das Rosas – Juiz de Fora – MG.

Autor

Mônica Cristina Henriques Leite Olender: Arquiteta e Urbanista, especialista em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos; mestranda em Conservação e Restauração do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia – Brasil; diretora de Bens Imóveis do Programa de Estudos e Revitalização da Memória Arquitetônica e Artística – PERMEAR. monicaolender@jq.com.br. Tel: 00 55 32 3214-5980.



**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES.
El caso de la Capilla de Merlo – San Luis. ARGENTINA**

Ing. Civil José Gómez Voltan - Dra. Arq. Silvia Cirvini

Resumen

En esta ponencia se describe el método de trabajo llevado a cabo para relevar, analizar y evaluar las patologías que presentaba la Capilla del Rosario, ubicada en la Villa de Merlo, departamento de Junín, San Luis, Argentina, dañada en su sector sur, en la zona del campanario.

Se planteó una primera etapa de relevamiento planialtimétrico, de detalles y patología. Se obtuvieron muestras de los materiales constituyentes de los muros dañados y se ensayaron. Se pusieron a punto dos modelaciones del edificio: una física y otra computacional.

Como resultado se diseñaron las directrices para su consolidación y se proyectó una prótesis provisoria hasta tanto se terminasen los trabajos de restauración.

El trabajo realizado (octubre 2002) permitió pronosticar con precisión el mecanismo de colapso que podía presentar la obra de no realizarse las tareas sugeridas en vistas a la consolidación. Como no se atendió la urgencia de colocación de la prótesis diseñada, el Campanario colapsó poco más de tres meses después (febrero 2003).

Abstract

We purpose to show a method followed to preserve Merlo's Chapel, San Luis-Argentina that was damaged in its bell tower.

The first step was to topographical and photographic survey. The second we analyze into the laboratory the sample of the damaged walls and we did a modelling of the building, a physical one and the other computer.

As a result, we did an evaluation and we design prosthesis until the restoration work was done.

This step of the work allowed to forecast the way this building was going to collapse. The suggested tasks were not done and as result the bell tower collapsed three months after.



1. INTRODUCCIÓN

La Capilla del Rosario Declarada Monumento Histórico Nacional según Decreto Nacional N° 2235 del 27/3/1961, está ubicada en la Villa de Merlo, al pie de la Sierra de los Comechigones que le hace de marco paisajístico natural, en el Departamento de Junín, en el NE de la provincia de San Luis, Argentina. La sismicidad en la región es moderada.

La Capilla se emplaza en un predio de unos 630m², con su fachada oeste mirando al frente a la plaza principal de la Villa, a la cual articula su funcionamiento y de la cual es referente simbólico. En el sector sur se ubica un jardín, resto del antiguo campo santo donde se han construido un par de pequeños locales y un falso aljibe, trabajos donde se hallaron restos óseos humanos del antiguo cementerio. (Ver Fig. 1)

Hacia el norte de la capilla y hasta el límite del predio actual, hay un patio que tiene acceso directo desde la calle y allí existen un par de locales con cocina y baño. La vereda de fachada oeste es angosta y con forestales muy próxima al edificio. El tránsito vehicular en la zona es bastante intenso y caótico en ciertos horarios. Puede señalarse como conflicto el estacionamiento de ómnibus de turismo que contaminan considerablemente e introducen vibraciones.

Se trata de una capilla de nave única (angosta y profunda) típica del período colonial y postcolonial (siglos XVIII y XIX), tanto del Oeste como del Noroeste argentino, caracterizada por una planta de forma rectangular, angosta y profunda, con sacristía y contra sacristía en la cabecera y campanario excéntrico al frente. En el sector sur encontramos hacia el frente el campanario, luego una galería y una construcción anexa cuadrando el patio-jardín. Hacia el Norte posee un patio lateral. La Capilla, según las referencias históricas halladas es de fines del siglo XVIII.

Hacia julio de 2002, la construcción evidenciaba importantes fisuras en la zona de vinculación entre el campanario y el cuerpo principal de la iglesia, razón por la cual se convocó a participar en los estudios y trabajos de consolidación a nuestra Unidad de Investigación ATeT, Arquitecturas y Tecnologías Tradicionales, con sede en el Centro Regional de investigaciones Cricyt, Mendoza, perteneciente al CONICET.



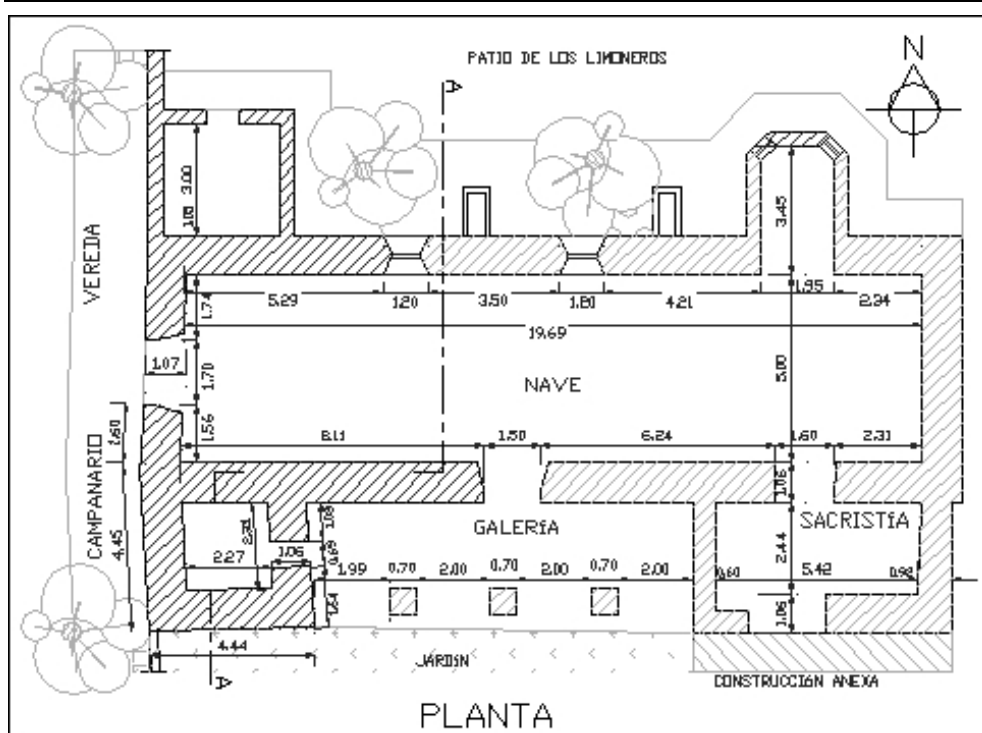


Figura 1 Relevamiento de la planta de la Capilla de Merlo, San Luis

2. EL EDIFICIO

2.1. TECHOS:

NAVE: La estructura está formada por cabriadas de madera de pinotea escuadrada que descansan directamente sobre los muros longitudinales. Paralelos a la viga cumbreira de madera escuadrada, sobre el tramo medio de cada vertiente del cordón superior, apoyan dos cabios de algarrobo, y a su vez sobre estos tres, descargan las correas que reciben las placas de tierra cocida (denominada *tejuelas* en la zona). Luego, la cubierta se resuelve con una capa de mortero cementicio que remata con una chapa ondulada de hierro zincado. (Ver Fig. 2). Una posterior ampliación de este cuerpo define al norte una capilla lateral con cubierta en bóveda realizada mampostería y H^o A^o.

GALERÍA: La estructura está formada por vigas de palos apenas conformados de algarrobo, que descansan sobre el muro longitudinal sur del cuerpo principal y la viga solera de galería también de palo. Sobre estas vigas apoyan directamente una cubierta de chapa de hierro zincado.

CAMPANARIO: Reconstruido en su cuarta parte superior en mampostería

y H° A°, luego del sismo de 1977 (con epicentro en Caucete, San Juan).

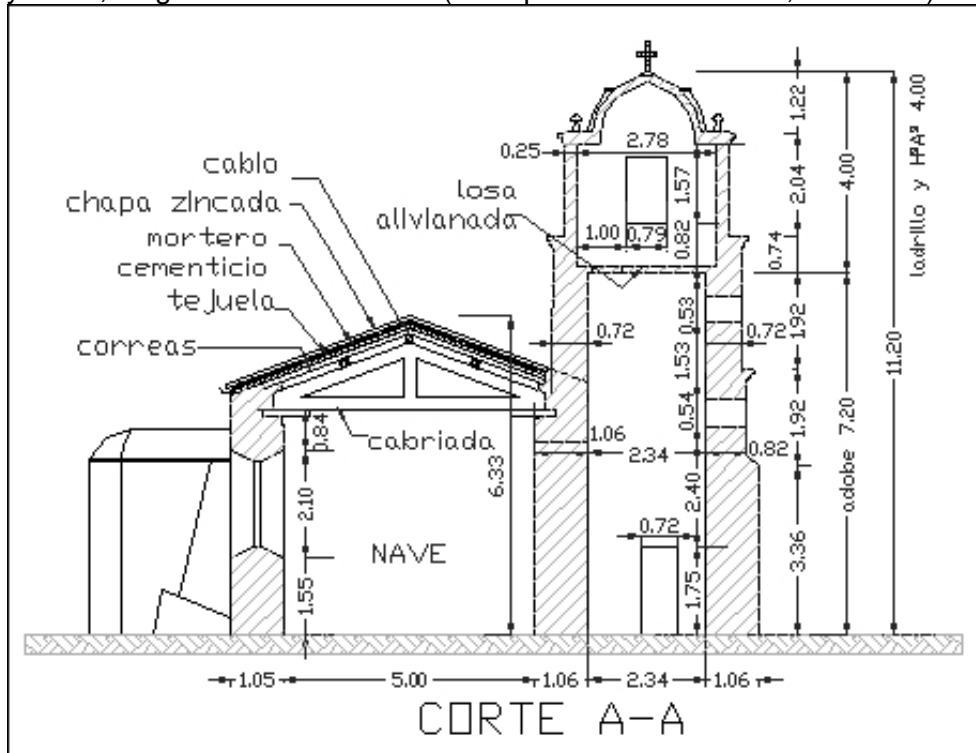


FIG. 2 Relevamiento de la corte transversal de la Capilla de Merlo, San Luis

2.2. MUROS:

Los muros del cuerpo principal, campanario y los pilares de la galería están realizados en mampostería de adobes (44 x22 x11cm) asentados con mortero de barro, siendo su espesor de 110 cm aprox.

En el sector norte se realizaron dos ampliaciones para incorporar hacia el frente un local para uso del sacerdote y hacia el fondo una capilla lateral, sus muros son de 50 cm de espesor realizados en mampostería de ladrillo. La sacristía ubicada en el lateral sur presenta muros de 0.50m de espesor ejecutados en mampostería de adobe asentado con barro, posteriormente revocado con revoque grueso de mortero cementicio.

El muro norte presenta dos contrafuertes de mampostería de ladrillo que alcanzan dos tercios de la altura de la nave, con un espesor de 0.50 m.

Los revoques con morteros cementicios presentan importantes espesores (4cm) y varios sitios en que se hayan soplados (despegados del paramento). El perímetro interior y el frente presentan un zócalo cementicio de 110cm de altura y 10 cm de espesor, parcialmente desprendido.

2.3. CIMENTACION:

No se pudo auscultar las fundaciones. Estaba previsto realizar una calicata luego de una estabilización provisoria. Sin embargo, la presencia de humedad en los muros y la tipología del edificio hacen suponer que han sido realizadas con piedras cementadas con mortero cálcico.

2.5. PISOS:

Los pisos originales interiores de la iglesia y de la galería han sido reemplazados por mosaicos cerámicos esmaltados y cocidos semi-rústicos de 0.30 x 0.15 m asentados con junta alternada. La vereda del lateral norte es de piedra laja de 2.00 m de ancho y la de fachada es de 1.40 m de ancho en mosaico calcáreo de 20 x 20 cm.

2.6. INSTALACIONES:

Instalación eléctrica en caño negro sin embutir. Instalación sanitaria: sin servicio de baño público. Canaletas de desagües pluviales en las vertientes de la cubierta.

3. INTERVENCIONES ANTERIORES

El edificio ha tenido intervenciones importantes. La estructura muraria de adobes ha sufrido modificaciones: 1) sobre el lateral norte en época relativamente reciente se agregó una habitación al frente, dos contrafuertes y una capilla lateral al fondo, b) sobre el lateral sur, en fecha que no fue posible determinar, la galería perdió la arquería quedando sólo los pilares como columnas aisladas.

En el campanario fueron reconstruidos su cúpula y el último cuarto su torre tal como lo evidencia la importante diferencia de espesores entre estos muros y los de la base. (1977, luego de ocurrido el terremoto de Cauce).

El techo original de tirantes de algarrobo, fue cambiado por cabriadas de pino, conservando los cabios y los largueros de algarrobo originales, sobre esta estructura descansaban las tejas, que fueron reemplazadas por otras nuevas y cubiertas con chapas zincadas que hoy mantiene. Probablemente la cubierta original haya sido torta de barro y/o teja muslera.

La Capilla también perdió el coro (y su ventana), al cual se accedía desde una puerta ubicada sobre la escalera del campanario, hoy tapiada.

La última intervención que tuvo el edificio fue a comienzos de 1997, cuando en el marco de los festejos del bicentenario de la Villa se la acondicionó con trabajos de reparación generales: revoques, pintura, techos, pisos.



4. TRABAJOS DE CAMPO

4.1 RELEVAMIENTO:

Nuestra Unidad de Investigación una vez en el lugar, luego de una inspección visual detenida y completa, realizó un relevamiento planialtimétrico de las construcciones antiguas. También se realizó un levantamiento con los desplomes en muros y un registro fotográfico y filmico de los deterioros fisuras y grietas observadas.

Asimismo, se tomaron muestras alteradas e inalteradas a pie de muro en la zona del campanario y a dos metros de altura para tener valores de referencia en posteriores ensayos.

4.2. DETERIOROS Y PATOLOGÍAS OBSERVADA:

Se observó revoques soplados (desprendidos). La casi totalidad de los muros presentaba humedad de ascenso capilar a pie de muro.

El grueso zócalo de la fachada principal, realizado para tapar estos problemas de humedad, se encontraba parcialmente desprendido y en el campanario se había desplazado unos 12mm, girando sobre su base.

Se observó grietas sobre la vereda del lateral norte, producto de desplazamientos relativos (asentamiento) entre la capilla lateral norte de construcción relativamente reciente, y la nave de la iglesia.

Se observaron desplomes en varios muros.

El campanario presenta deterioro importante en la parte inferior de su estructura muraria, particularmente el pie de muro ubicado en el ángulo sureste del mismo. Se observa diferentes intervenciones en esta zona, en donde se ha reemplazado el material perdido por ladrillos colocados de forma desordenada.

El antiguo cementerio lindante con el campanario fue transformado en jardín y recibe riego periódico, muchas veces por anegamiento. Además una inadecuada resolución del desagüe pluvial y diferencia de nivel en el piso del campanario obliga al agua de lluvia a permanecer en el piso hasta desagotar por desborde.

Se determinó que el nivel de veredas y patios exteriores había subido entre 0.10 y 0.20m respecto al original, obligando al muro a estar en contacto directo con el suelo y su humedad.

FISURAS: En los muros este y oeste del campanario, en su unión con la nave, se relevó importantes grietas verticales que atravesaban el espesor del muro. Estas se extendían desde una altura próxima al techo de la nave hasta dos tercios de la altura de la misma, sin alcanzar el piso. Asimismo, se midió una grieta horizontal ubicada en el muro en común campanario-nave y a la altura del techo de esta última. (Ver Fig. 3)



En los encuentros de muro de la nave principal se relevó pequeñas fisuras que en general no involucraban el espesor de los mismos y que son comunes en estas tipologías estructurales.

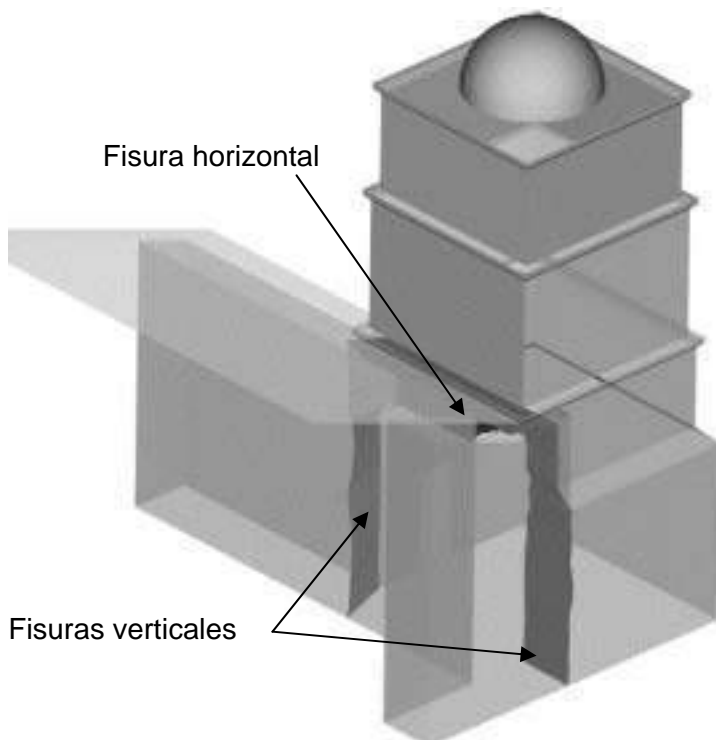


Fig. 3. Fisuras relevadas entre el cuerpo del campanario y la nave de la Capilla

5. ENSAYOS REALIZADOS

A las muestras obtenidas se les practicaron, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia de la Fac. de Ingeniería de la UNCuyo, Mendoza, los siguientes ensayos, de acuerdo a las Normas IRAM:

Granulometría por tamizado y método hidrométrico. Densidad real y aparente. Determinación de los límites líquido, plasticidad e índice de plasticidad y vacíos. Ensayo de corte directo y compresión simple. También se midió la permeabilidad, para evaluar la factibilidad de inyecciones de hidrófugos.

Debe notarse que, dado que no fue posible extraer un número suficiente de muestras para ensayar, los resultados obtenidos no se consideraron representativos del conjunto, tomándolos desde el punto de vista cualitati-

vo y orientativo para el planteo de la solución.

6. MODELOS

6.1. MODELACIÓN FÍSICA:

Se construyó una maqueta de estudio en placa de yeso de 5mm de espesor que reproducía el sector bajo estudio: el campanario y el sector de la iglesia adosado. El efecto de arriostramiento del techo de la nave se modeló mediante riendas que impedían parcialmente el desplazamiento lateral. El conjunto se apoyó sobre una base de goma y se aplicó cargas distribuidas. Esta carga producía una presión en la base del modelo semejante a la soportada por edificio real, mayorada por un coeficiente función del cociente entre la resistencia a la compresión del yeso y el adobe. En la cubierta del campanario para representar la reconstrucción de mampostería y H^oA^o, se usó un diafragma más rígido (placa de 12mm).

Sobre el muro sur del modelo, para simular el efecto de pérdida de resistencia que generaba la humedad, se practicó en la placa una raja horizontal por encima de su base. Cuando este entalle alcanzó la casi totalidad del espesor de la placa, se generó francamente una grieta horizontal en el tabique en común entre el campanario y la nave y aparecieron incipientes las grietas verticales de encuentro de muros. Profundizado el entalle hasta practicar una pequeña ventana no se modificó la situación. A continuación se fue incrementando la sobrecarga vertical, mostrando el siguiente mecanismo de colapso: el modelo se desploma aplastando el muro sur, permaneciendo en pie el trozo de muro que compartía con el cuerpo de la iglesia.

6.2. MODELACIÓN COMPUTACIONAL:

A partir de las observaciones de campo y de la respuesta del modelo físico, se trabajó con un programa de elementos finitos. En la modelación de la estructura se usó elemento sólido (brick) definidos con un material de comportamiento frágil. Para el soporte del conjunto se usó apoyo elástico y en la zona del muro sur se le disminuyó a un tercio la constante de deformación de los resortes. Es decir, en la simulación, en vez de debilitar el pie de muro sur se disminuyó el valor del soporte, lo cual produce prácticamente un efecto semejante.

El arriostramiento del techo de la iglesia se simuló mediante barras con capacidad resistente sólo a tracción. La rigidización debida a la reconstrucción del campanario en mampostería de ladrillo y H^o A^o, se modeló por medio de un diafragma rígido. Las cargas aplicadas se elaboraron con el mismo criterio que en el modelo físico. La corrida del programa verificó importante concentración de tensiones en las zonas donde se relevaban las fisuras. Posteriormente, para reproducir el posible mecanismo de colapso se introdujeron elementos finitos con resistencia solo a corte en las zonas



de fisuración. El desplazamiento del modelo mostró un descenso en el

muro sur y giro sobre un eje coincidente con la base de este y leve torsión de eje vertical. Con respecto a la situación del muro común del campanario-cuerpo de iglesia su compartimiento variaba de acuerdo a la rigidez a tracción que se le asignaba a los tensores arriostradores: cuando su valor era bajo, el muro era "arrastrado" por el campanario, caso contrario permanecía vinculado al cuerpo de la iglesia.

7. DIAGNÓSTICO

El ascenso capilar el agua del sub-suelo ingresó en el cuerpo de los muros. En particular, en la pared sur del campanario, se verifican reiterados ciclos de humedad-secamiento que originan microfisuración de la argamasa y pérdida de material del mampuesto, dando lugar a una sensible disminución de la capacidad portante de este muro. La compresión derivada del peso propio del conjunto permita generar una recompactación (y consolidación) de la masa del suelo hasta equilibrar nuevamente la carga actuante, aunque de manera inestable.

Además, aunque los valores de ensayo eran sólo de referencia (debido a la ausencia de repetición) éstos estaban peligrosamente próximos a los hallados en el colapso del modelo computacional. Se concluyó entonces que el riesgo de colapso era posible y se procedió a diseñar una prótesis que permitiera mantener en pie el edificio hasta tanto se realizara la consolidación estructural.

8. PRÓTESIS

La prótesis se diseñó teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos humanos y económicos de la Villa, la rapidez y sencillez constructiva. La filosofía estructural de la prótesis se basaba en general un elemento que permita descargar la estructura del campanario antes de que el flujo tensional ingrese en la zona debilitada. El punto de contacto de la prótesis con el muro se diseñó buscando un efecto de "mordaza", es decir, ante la carga vertical la prótesis tiende a apretar al muro en la zona de contacto generando un estado de confinamiento triaxial, altamente positivo en esta transición.

9. CONCLUSIONES

En julio nuestro equipo de trabajo tomó contacto con el edificio y para fines de septiembre ya se había realizado los estudios y análisis más arriba detallados. Inmediatamente se envió a la Villa de Merlo la información y la propuesta de prótesis.



Para la ejecución de los trabajos estaba prevista la participación de tres entidades: Municipio, Colegio de Arquitectos de San Luis y Asociación de feligreses de esa parroquia, las que se habían comprometido a obtener los recursos económicos, humanos y profesionales que demandara la ejecución de los trabajos. También se esperaba contar con el apoyo de la Comisión Nacional de Monumentos, quien había realizado la declaratoria de Monumento Histórico de la Capilla.

Desinteligencias entre las entidades participantes fueron retrasando el inicio de los trabajos y así se llega al mes de noviembre del mismo año, cuando fuimos invitados a dar una charla sobre el tema. Allí expresamos la necesidad de realizar una intervención inmediata. Sin embargo, los trabajos se continuaron postergando hasta que, en febrero de 2003 se produjo el colapso del campanario, permaneciendo en pie la nave.

El mecanismo de colapso fue el representado por los modelos antes descritos.

Aparentemente la motivación política, turística, religiosa o cultural que enarbó cada entidad participante no fue lo suficientemente fuerte o aglutinante como para agruparlas detrás de un objetivo común: mantener nuestro patrimonio histórico-cultural para las próximas generaciones.

Autores

José Alejandro Gómez Voltan: Ingeniero Civil, UNCuyo. Se ha especializado en el campo del cálculo y diseño estructural y construcción en áreas sísmicas. Desarrolla sus tareas de investigación tecnológica y transferencia en el CONICET (CRICYT – Mendoza). Ha desempeñado funciones de asesoramiento en temas ingenieriles en la Dirección Provincial de Patrimonio - Instituto de la Cultura - Gobierno de Mendoza, acumulando conocimiento y experiencia en la restauración estructural de edificios históricos. Ha sido ingeniero asociado de estudios de ingeniería y consultoras y ejercido durante varios años la docencia universitaria. Actualmente está dedicado a desarrollar un proyecto de investigación aplicada y transferencia en CRICYT - Mendoza, sobre "Arquitecturas y Tecnologías Tradicionales". Es Asesor Honorario, en la rama de la Ingeniería, de la Comisión Nacional de Museos, Monumentos y Lugares Históricos desde 1999.

Silvia Augusta Cirvini: Arquitecta, Doctora en Arquitectura, Investigadora del CONICET, Directora de la unidad "Ciudad y Territorio", INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales), CRICYT – Mendoza.

Ha desarrollado una importante labor en investigación histórica en torno de la arquitectura y el urbanismo de los siglos XIX y XX y en investigación aplicada y transferencia vinculada al campo de la preservación del Patrimonio Cultural Ambiental. Su producción escrita reúne más de medio centenar de trabajos publicados que comprenden: artículos en revistas nacionales y extranjeras, libros en forma individual o colectiva, informes, publicaciones en CD, pág. web, etc.

Desde hace varios años dirige una unidad de trabajo dedicada a la investigación histórica y tecnológica en torno a las arquitecturas y sistemas constructivos tradicionales para su aplicación al campo de la restauración de edificios en áreas sísmicas.



CONSERVACIÓN DE POBLADOS HISTÓRICOS IMPORTANCIA DEL PATRIMONIO MODESTO

Ana Isabel Lozano

Resumen

Las edificaciones de tierra expresan más claramente que cualquier otra manifestación construida el vínculo entre la cultura de un pueblo y su arquitectura. La destrucción de este patrimonio modesto significa, asimismo, la pérdida de valores y tradiciones propios de una localidad o región.

Para revertir esta situación, es indispensable desarrollar un trabajo social de concienciación de la población y de capacitación del personal técnico. Caso de estudio Cantón Sígsig – Ecuador. Ejemplos de elementos de capacitación técnica: inventario y manual práctico de intervención en arquitectura de tierra.

Abstract

The buildings made of earth express more clearly than any other built manifestation the correlation between the people's culture and its architecture. The destruction of this humble heritage means likewise the loss of values and traditions inhering to a place or a region.

To revert this situation it's indispensable to develop a social work to conscience the population and the training of technical personnel. Studied case: The Sígsig Canton – Ecuador. Technical training examples: inventory and practical manual of intervention in earth architecture.

Poblados Históricos - Importancia del Patrimonio Modesto

Los poblados históricos constituyen pequeños centros urbanos de reducidas dimensiones y de antigua data. Componen gran parte del patrimonio arquitectónico-urbano-ambiental y cultural de nuestro país, y de Latino América en general, ya que configuran la base de nuestras identidades regionales.

Estos poblados históricos están conformados por un patrimonio modesto que tiene, a diferencia del monumental, un valor de tipo ambiental, ayudando a caracterizar una zona en cuestión y contribuyendo a afianzar su identidad.



El patrimonio modesto, que define el tejido urbano y sus tipos arquitectónicos expresan formas de vida social. Estos edificios que representan un hito en la memoria colectiva y ciertos espacios urbanos, materializan la relación de un grupo humano con un determinado sitio.

De los elementos que caracterizan al patrimonio modesto se pueden destacar: la tipología que responde a las necesidades arquitectónicas de un modo de vida particular, y de la misma manera, a condicionantes de índole urbana. Por otro lado la escala, que está en íntima relación con las características del entorno, es principalmente la que contribuye a manifestar la homogeneidad propia de estos poblados, su más leve modificación alterará la continuidad del paisaje urbano. Por último la tecnología, que constituye un patrimonio en sí misma - sobre todo la arquitectura de tierra – al estar ligada a tantos valores culturales.

Caso de estudio Cantón Sígsig – Ecuador

Este trabajo fue realizado en el marco del "Programa Internacional de Intercambio de Artistas, Técnicos y Profesionales de la Cultura". Dirección Nacional de Política Cultural y Cooperación Internacional. Secretaría de Cultura de la Nación. Pasantía realizada en el ilustre Municipio de Sígsig, Provincia del Azuay, Ecuador; realizada durante los meses de febrero, marzo y abril de 2004.

Datos del Cantón Sígsig

Ubicación

El poblado de Sígsig se encuentra ubicado en la cordillera oriental de la Provincia del Azuay, zona centro-sur de Ecuador, a 80 Km. al SE de la ciudad de Cuenca (3^a ciudad principal del país). Está atravesado por el Río Santa Bárbara, cuyas aguas fueron reconocidas debido a la existencia de grandes lavaderos de oro.

Breve Reseña Histórica

La existencia de Sígsig se remonta, según estudios, hasta hace 10.000 años aproximadamente. Se desarrolló aquí durante el Período de Desarrollo Regional (500 aC - 500dC) la cultura Cañari que permaneció y prosperó hasta la época de la invasión del Imperio Incaico. Entre 1534-35 los conquistadores españoles establecen allí el primer asentamiento minero en tierras ecuatorianas. La fundación española de la Villa de San Sebastián de Sígsig data de 1540. En 1864 el Congreso Nacional decreta a la parroquia de Sígsig cabecera del Cantón Gualaquiza.



Valores patrimoniales

El cantón Sígsig cuenta con innumerables valores patrimoniales, culturales y naturales. La población mantiene viva la mayor parte de sus tradiciones y costumbres. Las artesanías constituyen una producción requerida tanto en el ámbito nacional como internacional. Son de destacar, así también, los importantes yacimientos arqueológicos que se ubican en las cercanías. El marco natural que conforman las montañas, las lagunas y las playas naturales del Río Santa Bárbara conforma un escenario de belleza extraordinaria.

Declaración de Sígsig como Patrimonio Cultural del Ecuador

Durante el año 2000 se llevó a cabo la suscripción de un Convenio de Ínter cooperación Institucional entre el Ilustre Municipio de Sígsig y el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural con el fin de delimitar el Centro Histórico y realizar el inventario de los inmuebles considerados de valor patrimonial. En agosto de 2002 Sígsig fue declarado "Patrimonio Cultural del Ecuador" (Fecha que actualmente constituye una nueva fiesta popular).

El **informe final** realizado por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural consta de tres volúmenes: el primero contiene una descripción y análisis de las características y los valores patrimoniales culturales y naturales de Sígsig, el segundo compuesto por las fichas que pueden ser de tres tipos diferentes según el caso de las edificaciones, y por último, un tercero que es el listado de los inmuebles con sus correspondientes datos técnicos (nº de ficha, ubicación, propietario y grado de conservación recomendado).

La **declaratoria** como patrimonio cultural del Ecuador establece un área central de protección, el Centro Histórico propiamente dicho, y un área periférica de protección secundaria. Incluye también inmuebles aislados catalogados como de máxima protección.

El Centro Histórico

El Centro Histórico mantiene una estructura urbana regular, aunque también se encuentra modificada por la topografía. Se destacan dos espacios urbanos principales: el Parque Central 3 de Noviembre, plaza alrededor de la cual se ubican el municipio y la iglesia de San Sebastián, y la Plaza 24 de Mayo con la iglesia de María Auxiliadora como edificio sobresaliente.

Las principales calles vinculan los accesos al pueblo con la plaza del municipio. Debido a los marcados desniveles se encuentran también, escalinatas que comunican con las playas del Zhingate a orillas del Río Santa Bárbara.



El perfil y el tejido urbano se mantienen uniformes ya que las edificaciones excepcionalmente superan 3 niveles de altura y la mayoría de los inmuebles están edificados sobre línea municipal.

El paisaje urbano en el Centro Histórico es homogéneo, manteniéndose el uso de materiales tradicionales como tierra, madera y teja. La tipología predominante es la vivienda a patio, encontrándose ejemplos que comprenden desde una o hasta las 3 plantas.

El Centro Histórico posee inventariados alrededor de 180 inmuebles, en su mayoría son edificios aislados aunque otros constituyen grupos que se destacan por su valor de conjunto o tramo.

Los criterios tenidos en cuenta a la hora de consignarlos fueron sus valores históricos, arquitectónicos – estéticos, urbano – ambientales y simbólicos, descritos en el primer volumen del inventario.

Funciona a su vez la Comisión de Patrimonio del Centro Histórico de Sígsig conformada por tres miembros del municipio de las áreas de cultura, turismo y patrimonio, siendo este último presidente de la misma, además de un representante del Colegio de Arquitectos de la provincia del Azuay, un arquitecto perteneciente al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural y un ciudadano representante del pueblo.

Situación Actual de Sígsig

Al tratarse de uno de los poblados de dimensiones acotadas, que se ha mantenido parcialmente desvinculado de los polos de desarrollo, ha conservado en gran parte sus características arquitectónicas originales.

Desde la declaratoria del Cantón Sígsig como Patrimonio Cultural del Ecuador, varios inmuebles han sido demolidos y reemplazados por otros de menor valor arquitectónico y de características formales que no se integran a su entorno, perdiéndose de manera definitiva calificados ejemplos de la arquitectura tradicional sigseña.

Esto se debe en parte a la falta de concienciación de la población acerca de los valores de su propio patrimonio y el desconocimiento de las diversas ventajas derivadas de conservarlo, como el afianzamiento de la identidad, principalmente y las posibles ganancias económicas producidas de su inclusión dentro de las rutas turísticas. Influye, asimismo, la poca preparación del personal técnico del Municipio que no está en condiciones de asesorar a los propietarios en cuanto a los criterios a tener presentes en las intervenciones.



Conjuntamente en el ámbito social existe, desde hace algunos años, un fenómeno de migración de la población, en especial hombres, que viajan al exterior siendo Estados Unidos el destino principal. El dinero enviado por estos emigrantes constituye uno de los principales ingresos económicos del país. Esto ocasiona no solo el despoblamiento parcial, sino y sobre todo la importación de modelos foráneos culturales que atentan con destruir las costumbres y hábitos de vida.

En arquitectura, se puede observar como varias viviendas de tipologías propias de la región, han sido reemplazadas por edificaciones que responden morfológicamente a tipos externos. En cuanto al uso de los materiales también están siendo suplantados drásticamente, las tradicionales tecnologías de bahareque y adobe han comenzado un proceso de desaparición.

La homogeneidad característica de Sígsig como de otros tantos asentamientos se ha visto afectada profundamente en los últimos años por este cambio estilístico y tecnológico, suceso que importuna a varias zonas del Ecuador y que se repite en toda América Latina.(Caso Poblado de Susques, Provincia de Jujuy, Argentina).

La implantación de nuevos materiales como el bloque de hormigón responde a diversas razones. Cada unidad cuesta igual o menos que los adobes pero estos últimos son de difícil obtención porque se está perdiendo la mano de obra que los produce. A igual cantidad de unidades de bloques y adobes se obtiene un mayor volumen de construcción con los primeros. La calidad constructiva es, en general, inferior como así también la respuesta térmica.

La arquitectura oficial juega un papel importante como imagen en el paisaje urbano, constituye un modelo a seguir para los habitantes del municipio. El uso de formas y materiales mal denominados "modernos", no dan una adecuada respuesta en cuanto a confort térmico en sus interiores, situación que logra revertirse a través del empleo de sistemas de calefacción y refrigeración, aumentando así los costos de mantenimiento.

Conclusiones

De un análisis del resumen de factores que definen la situación actual de Sígsig, se desprende que:

- Como primera medida, es inminente la urgencia de realizar un exhaustivo trabajo social con el fin de concienciar a la población



acerca de los valores de su patrimonio tanto cultural como natural. (La realización de material gráfico de fácil comprensión sobre cuestiones teóricas y prácticas que atañan a la conservación del patrimonio, como la implementación de un programa educacional en los lugares de aprendizaje, podrían ser parte importante de una estrategia mayor de difusión y concienciación de los ciudadanos).

- Es necesario así también la capacitación del personal del municipio para que estén familiarizados con la valoración, legislación e intervención del patrimonio.
- Es preciso la elaboración e implementación de una legislación adecuada que respalde las directivas de la Comisión del Centro Histórico.

Tareas realizadas

En este contexto se desarrollaron tareas para concienciación de la población en general y capacitación técnica.

La legislación vigente no contempla varias situaciones posibles en caso de emergencias, como expropiación, intervenciones de urgencia, etc. El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural al hacer la declaratoria proporcionó 2 pliegos de leyes; uno de protección nacional y el otro, para implementarse en el ámbito municipal, abarcando situaciones ordinarias. Se buscó información y asesoramiento acerca de las normativas vigentes en otras ciudades de valor patrimonial reconocido como Cuenca y Quito (declaradas ambas Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO) y Guayaquil donde se llevaron a cabo importantes obras de rehabilitación urbana; con el fin de crear ordenanzas similares aplicables en Sígsig.

Con respecto al Inventario de los bienes arquitectónicos, las copias en papel de las fichas del segundo volumen no permitían un práctico manejo de datos. Tampoco se contaba con un plano de ubicación de los inmuebles. Por lo que se realizó un plano de ubicación de los inmuebles inventariados, detallándose en cada caso el número de parcela, número de ficha correspondiente y los grados de conservación recomendado en cada caso con color.

En referencia a las fichas del inventario se llevó a cabo su digitalización y actualización para permitir un manejo más ágil y práctico por parte del



personal técnico.

Viendo la necesidad de capacitar y asesorar a técnicos, profesionales y propietarios se realizó un **manual básico** de conservación preventiva y restauración; de fácil lectura y comprensión. Expone ítems generales acerca de soluciones a problemas usuales, características de los materiales a utilizar y criterios generales de intervención.

Bibliografía

- | | | |
|---|------|---|
| Marina Waisman, Alberto Saldariaga Roa, Pablo Ormino de Azevedo, Freddy F.C. Guidi, María Elena Foglia, Ramón Gutierrez | 1992 | CUADERNOS ESCALA N° 20. Tema El Patrimonio Modesto. Edición: Bogotá – Colombia. Páginas 45. ISBN de la colección 958-9082-46-7. ISBN de la publicación 958-9082-65-3. |
| Arnaldo Juan Pujal, Juan Carlos Marinsalda, Andrés Nicolini, Carlos Demergassi | 2001 | CONSERVACIÓN DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA PUNA DE ATACAMA. Memorias del 1º Seminario Exposición: "La Tierra Cruda en la construcción del habitat". Grupo Tierra Tucumán. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán. |
| María Graciela Viñuales | 1987 | RESTAURACIÓN DE ARQUITECTURA DE TIERRA. Editorial del Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura y el Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán. |

Autor

Ana Isabel Lozano: Arquitecta. Auxiliar Docente Graduado – Cátedra de Historia de la Arquitectura I. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán. Titular Beca Z, 2003 "Programa Internacional de Intercambio de Artistas, Técnicos y Profesionales de la Cultura". Dirección Nacional de Política Cultural y Cooperación Internacional. Secretaría de Cultura de la Nación. Dirección electrónica: analozano@argentina.com.ar .Teléfono: (381 4366633).



Fotos Sígsig



Parque 3 de noviembre
Sígsig - Ecuador



Calle Centro Histórico
Sígsig - Ecuador



Cementerio
Sígsig - Ecuador

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"



Fiestas Tradicionales
Sígísig - Ecuador

ESTRATÉGIAS NA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO EM TERRA

Mariana Correia

Resumo

As estratégias individuais de acção no que respeita à conservação do património monumental em terra, assim como do património vernáculo em terra, têm sido diversas e nem sempre seguem recomendações de protecção, por um património frágil em risco. Mas também há que considerar que as recomendações existentes, nem sempre são claras na forma como se deve analisar ou intervir no objecto. Consequentemente, muitos profissionais procuram com dificuldade literatura científica sobre arquitectura de terra, encontrando-se grande parte desta, concentrada em relatórios nem sempre acessíveis ao público ou então, disponível apenas em actas de conferências internacionais.

O presente artigo pretende reflectir sobre as diferentes estratégias de intervenção na conservação da arquitectura de terra. Os métodos de resposta são diferentes. Os objectos de análise e intervenção também. É importante que haja desde o início, uma resposta adequada ao nível do valor do objecto (histórico, social, arquitectónico, político, etc.). A metodologia de intervenção também é mais faseada, inter-disciplinar e complexa se o objecto de conservação é um conjunto histórico, como é o caso de Arg-e Bam, no Irão, depois do sismo de Dezembro 2003. Se o objecto de intervenção é um edifício isolado, igual ao restante tecido urbano e rural da região, deverá ponderar-se qual o significado das diferentes partes do objecto, de forma a seguir-se um critério de conservação adequado.

Deste modo, apesar dos níveis de intervenção poderem ser diferentes, e muitos dos projectos de conservação poderem até ser de carácter empírico, em geral uma primeira fase de acção caracteriza-se pelo planeamento da gestão do projecto. Uma segunda fase pelo estudo e documentação do objecto. Uma terceira fase poderá consistir na análise das condições do lugar e do objecto, de forma a se poder definir numa quarta fase a resposta mais adequada à intervenção de conservação ou recuperação. Consequentemente, esta última fase pressupõe a definição de programas e de gestão do sítio, o que terá um carácter essencial para o sucesso do projecto. O artigo pretende deste modo, contribuir para uma maior debate de possíveis estratégias de intervenção na conservação do património em terra.



Abstract

There have been several individual strategies of action regarding ways to conserve the earthen monumental and vernacular heritage of our world. However, recommendations for the protection of endangered fragile heritage have not always been followed. The existing recommendations are not always clear on the way the objects have been described or on the manner in which one should intervene. Consequently, professionals look with difficulty for scientific literature on earthen architecture, because the information either is concentrated in reports not always accessible to the public or the information is limited to the publication of proceedings of international conferences.

The present article intends to stimulate the discussion of the different intervention strategies in the conservation of earthen architecture. Because the objects of analyses are different, it follows that the methods of intervention are different, too. Nevertheless, it is important to note one consistent factor; that is, over a long period the action recommended is linked to the value attributed to the object (historically, socially, architecturally, politically, etc.). If the object of action is an historic fabric, like Arg-e Bam, in Iran, the methodology of intervention after the earthquake of December 2003, is more phased, inter-disciplinary and complex. But, in another example, if the object of intervention is an isolated structure, equal to the rest of the rural or urban buildings of the region, one has to consider the meaning of the different parts of the object, so that an appropriate criterion of conservation is followed.

By this value-based criterion, even if the levels of intervention are different, and some projects of conservation might be even of empirical character, in general, a first phase of intervention is characterized by the management planning of the object. A second phase, by the study and the documentation of the object. A third phase consists in the analyses of the conditions of the place and of the object. These procedures will allow the definition of the fourth phase, where one can choose the most appropriate level for the conservation or restoration of the object. Consequently, this phase will presuppose the definition of programs for intervention and the management of the site, which will assume an essential role for the success of the project. The purpose of this article is to contribute for the discussion and debate of possible strategies of intervention in the conservation of the earthen heritage.



1. Introdução

As estratégias individuais de acção no que respeita à conservação do património vernáculo e monumental em terra, têm sido diversas e nem sempre seguem recomendações de protecção, por um património frágil em risco. As empresas de restauro e conservação tem tendência a abordar o edifício construído originalmente em terra (1) com a mesma metodologia de consolidação ou recuperação de uma estrutura em pedra, apesar das suas diferentes características. Existem diversas normas e recomendações internacionais para a conservação do património (2), mas específicas ao património em terra (3) são ainda insuficientes. A falta de divulgação e conhecimento nesta matéria ou a dificuldade existente no acesso às recomendações específicas pelos profissionais do sector do restauro e conservação, quando não contactam com os meios académicos, dificulta a aplicação e desenvolvimento de metodologias adequadas à conservação do património em terra. Há também que considerar, que as recomendações específicas existentes, nem sempre são claras na forma como se deve analisar ou intervir no objecto.

2. Tipo de objecto

É importante definir desde o início, o tipo de objecto a abordar, visto os casos poderem ser bastantes díspares uns dos outros, o que naturalmente implica uma abordagem também distinta. Deste modo, o tipo de objecto a conservar ou restaurar e os objectivos da intervenção determinarão a complexidade do projecto (há projectos que para além do programa de recuperação, também englobam programas sociais, didáticos, etc.).

Deste modo, o objecto de intervenção poderá constituir-se por qualquer tipo de estrutura construída em terra crua. Nomeadamente: partes específicas de uma estrutura, um ou mais edifícios, um aglomerado rural ou urbano, um sitio arqueológico, etc.

Se o objecto de intervenção é um edifício isolado, semelhante aos restantes da região, deverá ponderar-se qual o significado das diferentes partes do objecto e também se deverá estudar o aglomerado rural ou o tecido urbano onde este se encontra integrado, com o objectivo de se seguirem critérios de conservação ou restauro, o mais adequados possível.

Mas por outro lado, se o objecto de intervenção é um conjunto urbano no interior de uma estrutura histórica, como Arg-e Bam, no Irão, a intervenção depois do sismo de 26 Dezembro 2003 terá de ser muito mais faseada e inter-disciplinar, devido às enormes dimensões (20.000m²) (4) e grande complexidade do conjunto histórico em questão.



3. Valores

No caso anteriormente referido, a identificação do Significado do objecto, torna-se fundamental para a sua adequada preservação. Deste modo, os níveis de valor a considerar assumem carácter imprescindível para a valorização da estrutura em questão. Por exemplo, na cidadela de Bam, fortificação com 2000 anos (5), os valores histórico e cultural, são aspectos primordiais da sua revalorização. O valor arquitectónico também assume suma importância, se considerarmos que Arg-e Bam é o maior complexo urbano do mundo construído em terra. Consequentemente, o valor turístico tem um papel fundamental, não só por valorizar culturalmente a região, mas também por se tornar decisivo para a economia da cidade.

Por vezes, determinados edifícios poderão numa primeira análise parecerem que têm pouco valor, pelo facto por exemplo, de existirem diversas estruturas semelhantes na região. Se tiverem pouca protecção nacional, regional ou local, poderão mesmo ser abandonados. No entanto, o seu carácter único poderá surgir por outro tipo de valorização do edifício, pelo seu valor social, religioso ou mesmo político (6). Estes factores contribuem decididamente para uma maior identidade e continuidade da tradição cultural.

Outros valores que poderão assumir importância na valorização do objecto são os valores documental e educacional. Alguns dos edifícios da cidadela de Bam, que se desmoronaram com o sismo, não serão provavelmente restaurados, pois assumiram um carácter de documento histórico. Tentar compreender porque é que determinados edifícios não restaurados aguentaram melhor o sismo que outros já restaurados (7), é um processo de aprendizagem para todos os profissionais que lidam com a conservação da arquitectura de terra. Muitos mais valores poderão ser considerados para um maior respeito pelo objecto (8). A sua valorização adquire, um factor fundamental para a tomada de decisão no projecto de restauro. Deste modo, devolver um determinado significado ao objecto, orienta e define o carácter da intervenção.

4. Factores relevantes

Para além dos valores anteriormente referidos, há outros factores relevantes a considerar, que poderão potenciar determinados valores. Por exemplo o factor sísmico, que devido à importância do comportamento dos edifícios face a terremotos, acaba por determinar um carácter mais científico ou técnico na resolução da questão.

Outro factor a considerar poderá ser o factor agrícola, que terá sem dúvida



influência no valor económico. Em Bam, o facto do enorme conjunto de qanats (9), que se encontram debaixo da cidade, terem ficado pelo menos 50% soterrados depois do sismo (10), limita a acessibilidade da água aos oásis com cultura de tamaras, que se encontram na envolvente da cidade. Este factor assume carácter fundamental na actualidade, se a sobrevivência económica da cidade de Bam continuar em parte, dependente da agricultura.

Muitos outros factores poderão tornar-se elemento decisivo, nos diferentes valores a assumir durante o projecto de conservação ou restauro. A sua cuidada identificação poderá fazer diferença em termos de prevenção, quando circunstâncias inesperadas voltarem a acontecer.

5. Princípios de abordagem

Existem realmente diversas formas de se abordar a metodologia de intervenção na conservação ou restauro do objecto. Não só no que respeita ao aspecto inter-disciplinar da equipa e da intervenção, como também à orientação utilizada para direccionar a problemática da questão. Esta última, define basicamente, os diferentes princípios de abordagem na análise dos factos, o que é notório, nomeadamente nos diferentes relatórios técnicos avaliativos apresentados sobre Arg-e Bam, depois do sismo de 26 de Dezembro 2003 (11).

Deste modo podemos considerar variadas abordagens (12), mas as três que mais se destacam são:

- a abordagem descritiva, na qual se tenta compreender a estrutura, descrevendo as distintas partes do objecto em termos históricos ou técnicos, as diferentes patologias existentes, o melhor método a aplicar, etc.;
- a abordagem prescritiva, em que se aponta de imediato o que fazer, ou como intervir;
- a abordagem avaliativa, na qual se tenta compreender a razão da estrutura se encontrar em determinado estado, ou então questionar qual deverá ser o significado atribuído ao objecto, ou qual a melhor metodologia a aplicar.

É importante os diferentes princípios co-existirem e inter-relacionarem-se, pois complementam-se. Identificá-los e compreendê-los, permitirá à equipa inter-disciplinar, implementar as decisões mais adequadas na intervenção de conservação ou restauro.



6. Fases de planeamento

No respeitante à metodologia a aplicar, pode-se considerar que existem diversas fases de planeamento. Deste modo, a sub-estrutura do

planeamento dependerá da complexidade do projecto, podendo as diferentes fases serem simplificadas ou o seu desenvolvimento mais detalhado.

Quando há impossibilidade por um planeamento metodológico do projecto, opta-se por se tentar detectar a origem da patologia e a sua respectiva resolução. Mas, o problema por vezes é mais complexo do que aparenta e pode esconder origens não imediatamente identificáveis (ex.: térmitas).

É a equipa de planeamento que deverá ponderar e decidir sobre as diferentes fases do programa. É ela, que é responsável pela gestão do projecto e pela metodologia de intervenção mais adequada ao objecto.

De uma forma geral, podem-se considerar as seguintes fases de planeamento do projecto:

1. Planeamento da gestão do projecto. É a fase em que se desenvolve a proposta de planeamento com uma metodologia de abordagem interdisciplinar. Também é a fase em que se definem as orientações gerais para a gestão do projecto.
2. Recolha de documentação. Caracteriza-se pela identificação do lugar e documentação das suas condições. É a fase em que se realiza um maior estudo do objecto, por meio da sua investigação, levantamento e inventário. Também é a fase em que se colecta informação (ex.: testes laboratoriais), para ser analisada na fase seguinte.
3. Análise e Avaliação. Inicia-se pela interpretação da documentação recolhida, analisando-se o lugar e o objecto (ex.: compreendendo a origem das patologias existentes, interpretando os resultados dos testes laboratoriais). A equipa de planeamento também avalia o significado cultural do objecto e das diferentes forças, valores e condições, assim como normas, cartas e recomendações, que directamente poderão influenciar o projecto.
4. Intervenção. Definição e implementação do programa mais adequado à intervenção (ex.: definindo objectivos, o plano financeiro, o plano de gestão, os critérios de intervenção), implementação do programa, monitorização da intervenção e manutenção do objecto depois da conclusão do programa.



7. Alguns Testes laboratoriais

Analisando em particular, a segunda fase do planeamento do programa, surgem frequentemente inúmeras dúvidas dos profissionais, que se iniciam no restauro e conservação do património específico em terra, sobre os testes laboratoriais necessários a realizar (13). Deste modo, torna-se pertinente a identificação de alguns dos testes, fundamentais para o conhecimento da estrutura, nomeadamente em taipa (14) De notar, que são necessários providenciar mais testes, para o estudo específico do impacto das diferentes patologias.

Apresentam-se de seguida, alguns dos testes de laboratório, recomendados conhecer para estruturas em taipa (15):

- A Análise Granulométrica por Peneiração, permitirá distinguir a curva granulométrica da taipa existente em diferentes partes do objecto a conservar ou restaurar. Distinguindo os elementos grossos dos finos, é possível compreender melhor a estrutura da taipa antiga, logo tentar calcular a melhor composição a utilizar na taipa nova.
- O Ensaio Proctor, permite calcular qual a compactação mais adequada para a taipa nova. Deste modo, tenta-se adequar o mais possível, a densidade da taipa nova, com a taipa original.
- O Teor de Matéria Orgânica a calcular na taipa antiga, é fundamental para melhor se adequar a mistura na composição da nova taipa. Demasiada matéria orgânica, poderá criar demasiada retracção na taipa (é o caso da taipa negra de Alcácer do Sal (16)).
- Os Limites de Atterberg permitem conhecer os Limites de Consistência, ou seja os Limites de Liquidez, de Plasticidade e de Retracção;
- O Valor de Azul de Metileno, permite distinguir o tipo de argila presente; este factor é fundamental para se saber se é uma argila com muita ou pouca expansão e contracção, conseqüentemente se absorve mais ou menos água, etc.
- A Análise Higrométrica, para melhor conhecer o teor de água, relevante para o estudo de patologias de capilaridade, de chuva ou de condensação.
- A Análise em Raio-X, permite identificar os diferentes tipos de minerais existentes na composição da taipa. É uma análise qualitativa da taipa, em oposição à análise quantitativa (realizada através da análise granulométrica).

8. Reflexões

No desenvolvimento do artigo tentou-se abordar o planeamento do projecto de conservação ou restauro, partindo do geral para o particular (17). Muito ficou ainda por acrescentar e desenvolver. Mas, chegando a este ponto, é importante reflectir sobre diversas questões que se levantam na gestão geral do projecto.

Apresentam-se de seguida, alguns pontos importantes a considerar:

- A escolha mais adequada da equipa inter-disciplinar (de forma a que os profissionais e respectivas disciplinas intervenientes, se completem);
- Os critérios de gestão de planeamento no projecto (ex.: definir prioridades);
- O tipo de financiamento (internacional, estatal, regional, camarário, privado ou os serviços oferecidos, por exemplo de mão-de-obra, como é o caso de Escolas Profissionais de Formação/Capacitação ou de estagiários provenientes dos Centros de Emprego Local);
- A quantidade de financiamento (mesmo quando o financiamento é insuficiente, é melhor pouco do que nada. Para além de que poucos recursos em projectos de conservação ou restauro, implica uma maior procura por soluções económicas alternativas, muitas das vezes, mais sustentáveis para o projecto);
- A escolha (ou imposição) dos diversos factores de pressão a influenciar o projecto (como é o caso dos representantes religiosos locais ou das autoridades locais, do excessivo tráfego, etc.);
- A escolha do tipo e número de visitantes (mais público, implica a utilização de mais equipamento de apoio e de melhores acessos e estacionamento, mas também a possibilidade de mais vandalismo no objecto a conservar).
- Um bom planeamento do programa de intervenção, uma gestão inter-disciplinar equilibrada e sobretudo, um adequado acompanhamento de obra, são em geral as melhores garantias para que o projecto possa ser bem sucedido.
- Não hesitar durante a obra, em corrigir soluções que aparentavam ser correctas. Há factores, que no desenvolvimento do projecto, quase sempre se alteram e implementar uma nova solução, mais adequada à realidade do contexto, contribui para uma intervenção mais coerente.

9. Conclusões

É importante, no desenvolvimento do projecto, que a equipa interveniente pondere sobre as decisões mais adequadas a tomar em cada uma das fases de intervenção, procurando documentar o máximo possível, a evolução do trabalho. Não esquecendo que muitas das vezes, a solução mais imediata e rápida, não é certamente a mais íntegra ou reversível, pois tem tendência a excluir factores não aparentes.

Por outro lado, procurar o maior conhecimento possível sobre o objecto (não só a nível histórico, como arquitectónico, construtivo, etc.) ou sobre as metodologias mais adequadas à intervenção, numa atitude de respeito e humildade perante o objecto, permitirá abrir caminho a projectos de conservação ou restauro mais rigorosos. Sem esquecer naturalmente, que o excesso de zelo por projectos demasiado ambiciosos ou o facto de se adiarem constantemente decisões fulcrais para o avanço do projecto, poderá atrasar a intervenção, o que em caso de financiamentos temporais, poderá colocar em risco a finalização da obra.

Estimular a reflexão sobre as diferentes estratégias e níveis de intervenção na conservação do património em terra, contribui sem dúvida, para a melhoria na qualidade da intervenção, assim como para a tomada de decisões mais conscientes no planeamento da gestão do projecto.

Bibliografia

- | | | |
|--|------|--|
| CASTELLANOS, Carolina;
HOYLE, Ana
Maria; | 2000 | "Conservation management planning for earthen architecture: Chan Chan, Peru" <i>in</i> TERRA 2000 - 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE STUDY AND CONSERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE , James & James Publishers, Plymouth: UK, 13-18pp, ISBN: 1-902916-05-0 |
| CORREIA, Mariana;
MERTEN, Jacob
D.; | 2000 | "Restoration of the Casas dos Romeiros using traditional materials and methods, a case study in the southern Alentejo area of Portugal" <i>in</i> TERRA 2000 - 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE STUDY AND CONSERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE , James & James Publishers, Plymouth: UK, 226-230pp, ISBN: 1-902916-05-0. |
| CORREIA, Mariana; | 2000 | LE PISÉ D'ALENTEJO, PORTUGAL , Memoire du DPEA-Terre, CRATerre-EAG, Ecole d'Architecture de Grenoble, France |



-
- | | | |
|---|------|--|
| CORREIA, Mariana;
MERTEN, Jacob D.; | 2004 | "Earthen Construction Techniques in the Portuguese Heritage" in TERRA 2003 - 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE STUDY AND CONSERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE , Ministry of Iranian Culture, Yazd: Iran. |
| EERI | 2004 | "Learning from Earthquakes – Preliminary Observations on the Bam, Iran, Earthquake of December 26, 2003" in EERI SPECIAL EARTHQUAKE REPORT – April 2004. |
| ELLIS, Donald G.; FISHER, B. Aubrey | 1994 | SMALL GROUP DECISION MAKING . Communication and the Group Process, McGraw-Hill Inc., New York: USA (4th edition), ISBN 0-07-021212-0 |
| FEILDEN, Bernard M. | 2003 | CONSERVATION OF HISTORIC BUILDINGS , Architectural Press, Oxford: UK (3rd edition). |
| GOLDBERG, Alvin A.; LARSON, Carl E.; | 1975 | GROUP COMMUNICATION: DISCUSSION PROCESSES & APPLICATIONS , Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, N. Jersey: USA, ISBN: 0-13-365221-1. |
| HOFBAUEROVÁ, Vera; ANTONIO OTAL, José Manuel de | 2001 | "Consolidación y restauración del muro de Alafia. Castillo de Xivert (Castellón)" in LOGGIA - ARQUITECTURA & RESTAURACIÓN - Revista Cuatrimestral especializada en conservación y restauración del Patrimonio Arquitect., nº11, Valencia: España, 74-85pp, ISSN: 1136-758-X. |
| HOSSEINI, K. A.; MAHDAVIFAR, M.; BAKHSHAYESH, M.; RAKHSHANDEH, M. | 2004 | ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICAL ASPECTS OF BAM EARTHQUAKE (Preliminary Report), International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (www.iiees.ac.ir/English/bam_report_english_geo.html). |
| LANGENBACH, Randolph | 2004 | "Soil Dynamics and the Earthquake destruction of the Earthen Architecture of the Arg-E Bam" in JSEE (IRANIAN JOURNAL OF SEISMOLOGY AND EARTHQUAKE ENGINEERING): BAM EARTHQUAKE ISSUE (www.iiees.ac.ir/publication/abs/isee12_13.html) |

- LÓPEZ MARTÍ-NEZ, F. J. 2001 "Tapias y Tapiales" in **LOGGIA - ARQUITECTURA & RESTAURACIÓN** - Revista Cuatrimestral especializada en conservación y restauración del Patrimonio Arquitectónico, nº8, Valencia: Espana, 75-89pp, ISSN: 1136-758-N
- UNESCO + ICHO 2004 **FIRST & SECOND (draft) TECHNICAL REPORTS ON BAM'S EARTHQUAKE (January 2004 + March 2004)**
- VINUALES, Graciela 1981 **RESTAURACIÓN DE ARQUITECTURAS DE TIERRA**, Editorial del Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura del Urbanismo, Tucuman: Argentina, 47-64pp.
- WARREN, John 1999 **CONSERVATION OF EARTH STRUCTURES**, Butterworth-Heinemann Editors, London: UK, 200pp, ISBN 0-7506-4191-6.

Referencias

- (1) Considerando o material de construção, terra crua.
- (2) Diversas cartas internacionais de conservação devem ser referidas: A Carta de Atenas (1931); a Carta de Veneza, para a Conservação e Restauo de Monumentos e Sítios (1964); a Carta de Florença, para a Conservação de Paisagens Históricas (1981); a Carta para a Conservação de Sítios e Areas Urbanas Históricas (1987); a Carta Internacional para a Gestão do Património Arqueológico (1990). Também deverá ser referida, a Carta de Burra, para Sítios de Significado Cultural (revista em 1988). A criação do ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property) e do ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) contribuiu muito para o desenvolvimento da doutrina geral de conservação.
- (3) As recomendações internacionais específicas à conservação da arquitectura de terra são publicadas grande parte das vezes, no final das Conferências Internacionais para o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra, ou então são publicadas em relatórios de acesso limitado, sobre projectos realizados nos Centros de Investigação de Construção em Terra. No entanto, algumas publicações da Getty Foundation, a realização do PAT96 (Curso Panamericano sobre la Conservación y el Manejo del patrimonio Arquitectónico Histórico-Arqueológico de Tierra) e do Pat99, integrados no Projecto Terra (programa internacional de colaboração entre a CRATerre-EAG, o ICCROM e a Getty Foundation), a formação pós-licenciatura da CRATerre-EAG especificamente na area da arquitectura de terra, e a recente realização em Abril 2004, do workshop internacional de Bam, Irão, para a realização de uma Carta de Princípios, começaram a alterar o actual panorama nesta matéria.
- (4) HOSSEINI, MAHDAVIFAR, BAKHSHAYESH & RAKHSHANDEH (2004-p.2) em www.iiees.ac.ir/English/bam_report_english_geo.html.
- (5) EERI (Abril 2004 – p.1).
- (6) Nomeadamente, as Casas dos Romeiros, na Nossa Senhora dos Mártires, em Alcácer do Sal, Portugal (ver CORREIA: 2000), assumiram depois do seu restauro, um significado mais social, religioso e mesmo político, devido ao facto da população ter regressado ao lugar, com as tradicionais romarias locais.
- (7) LANGENBACH (2004-p.5) em www.iiees.ac.ir/publication/abs/isee12_13.html.
- (8) FEILDEN (2000-p.viii) classifica-os mesmo em 3 categorias: valores Emocionais, Culturais e de Uso.
- (9) Túneis escavados para a passagem de agua.



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

- (10) HOSSEINI, MAHDAVIFAR, BAKHSHAYESH & RAKHSHANDEH (2004-p.7) em www.iiees.ac.ir/English/bam_report_english_geo.html.
- (11) Ver relatórios: UNESCO+ICHO; First & Second (draft) Technical Reports on Bam's Earthquake (Jan. 2004 + March 2004).
- (12) GOLDBERG & LARSON (1975 - p.145) definem sobretudo três princípios: "Designative or Descriptive, Prescriptive and Appraisive or Evaluative".
- (13) Os testes de laboratório deverão realizar-se sempre que possível, mas por vezes o financiamento não o permite, o que implica a realização de testes práticos, no terreno.
- (14) Taipa de pilão, no Brasil.
- (15) Idem.
- (16) Ver dissertação (CORREIA: 2000).
- (17) Alguma da informação abordada resulta de consultadoria realizada à autora, por profissionais do sector generalizado, da conservação e restauro.

Autor

Mariana Correia: Arquitecta e consultora na área de arquitectura de terra; Investigadora no CICRA (Centro de Investigação de Construção Rural e Ambiental, da ESG) e no Projecto de Investigação Ibero-americano Proterra, onde também coordena a Comissão de Terminologia; Docente e Directora Adjunta Administrativa na Escola Superior Gallaecia - ESG, em Vila Nova de Cerveira (Portugal); Mestre pela CRATerre-Ecole d'Architecture de Grenoble (França) e doutoranda na Oxford Brookes University (Reino Unido), na área da arquitectura de terra. Desde Outubro 2004, é bolsreira de investigação científica da Fundação para a Ciência e Tecnologia, do estado português. Coordenou diversas exposições e conferências, e também publicou diversos artigos sobre arquitectura vernácula e arquitectura de terra. Apresentou mais de 30 palestras em Portugal, Espanha, França, Inglaterra, Itália, Estados Unidos e Brasil. E-mail: marianacorreia@mail.telepac.pt Telefone: ++351-251-794054/5 (Fax).



TEMA 5

ARQUITECTURA DE TIERRA:

PROYECTOS EJEMPLARES. DISEÑO.
CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN POS-USO



VIVIENDA ECOLOGICA PROTOTIPO

Arq. Rosendo M Dantas Tagliani

RESUMEN

La fundación PRO-ECO San Miguel ha resuelto encarar la ejecución de un barrio para 60 familias a partir del siguiente principio:

"Un ecobarrio o villa ecológica es un proyecto de vida con sentido social, basado en la creciente necesidad de lograr un ambiente sano, una relación mas armoniosa entre los seres humanos y un uso adecuado de los recursos naturales"

La vivienda prototipo de este barrio se ha proyectado pensando en que los materiales a emplear no sean contaminantes del ambiente, vale decir que en el proceso de fabricación, puesta en obra y estado de servicio, la contaminación del ambiente y el consumo energético sean mínimos. La Fundación resuelve realizar un convenio con la FAUD UNC, el mismo contempla los siguientes estudios:

- 1) Estudio para la fabricación de adobes en función del suelo del lugar y preparación de manuales de uso, a cargo de becaria SECYT UNC,
- 2) Adaptación al proyecto de una estructura experimental (cáscara de madera) estudiada en el TIDE FAUD. UNC.
- 3) Estudio acústico-térmico para determinar el confort ambiental del prototipo terminado, a cargo de un becario SECYT UNC.

Se está ejecutando la vivienda prototipo en adobe reforzado con quebracho reciclado En la ejecución de la misma de han detectado los siguientes problemas: no hay mano de obra capacitada para la elaboración de los adobes. No hay albañiles que sepan trabajarlo.

Se presenta descripción técnica de la propuesta, resultados obtenidos en los trabajos realizados.

ABSTRACT

The foundation PRO-ECO San Miguel has decided to take it upon itself to carry out the construction of the 60-family neighborhood based on the following principles:

"The creation of an ecological neighborhood is a social project with the top priority of life, based on the increasing need for a healthy atmosphere, a harmonious relationship between human beings, and a reasonable usage of the available natural resources.



The housing prototype of this neighborhood was created based on the idea that the utilized materials not contaminate the surrounding area. It should be noted that during the construction process, including the finished housing and services, the contamination to the environment and the use of energy will be kept to a minimum. The foundation plans to come to an agreement with the FAUD UNC, and at the same time consider the following studies:

- 1) The study of the fabrication of adobe for the use of the floors of the houses and for preparation for manual use, of which the grant holder is responsible SECYT UNC,
- 2) Adaptation of the project to a structural experiment (wooden shell) studied at TIDE FAUD. UNC.
- 3) An acoustic and thermal study to determine the appropriate atmosphere in the finished prototype, of which a grant holder is responsible SECYT UNC.

The housing prototype in adobe with recycled quebracho reinforcement is being carried out. However, there are some problems with the current construction: There is not a sufficient number of workers for the production of the adobes. There are no workers with the knowledge to do such work. Presented is the technical description of the proposal, with the results obtained from the actual work done.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energía a nivel mundial, producto de las cada vez mayores exigencias de confort, es uno de los factores que más afecta al ambiente, la solución a este problema originalmente planteado desde la tecnología, está siendo replanteado desde el concepto de hábitat sustentable

Este concepto motiva a la Fundación PRO ECO San Miguel a realizar un convenio con la FAUDI en función de un convenio marco existente entre la misma y la Universidad Nacional de Córdoba. Este convenio acuerda realizar una investigación acerca de cómo pueden producirse elementos para la construcción de viviendas con materiales locales, tecnologías y métodos apropiados para lograr un bajo costo, dentro del marco social y económico en que se encuentra la región. La intención es identificar soluciones apropiadas a problemas constructivos encuadrados dentro del marco del proyecto de la FUNDACIÓN, dado que la misma dentro de sus objetivos a largo plazo, pretende extender estas soluciones a otras villas con similares características. Siempre teniendo como premisas que la realización de estas viviendas genere el mínimo impacto ambiental y sean de probada inocuidad para los usuarios.



El ecobarrio o villa ecológica es un proyecto orientado hacia la sustentabilidad, lo convierte en uno de los primeros planteos de este tipo en el país, es un proyecto de vida con sentido social, basado en la creciente necesidad de lograr un ambiente sano, una relación mas armoniosa entre los seres humanos y un uso adecuado de los recursos naturales"

El proyecto abarca tres componentes básicos:

1. El suelo como material de construcción, empleo de otros materiales de bajo impacto ambiental, el reciclado como complemento
2. El uso de la madera, estructura de soporte del techado mediante una cáscara de madera, aspectos industriales y artesanales del proceso.
3. Energía residuos y efluentes, Acondicionamiento climático, uso del sol, central térmica de bajo consumo, tratamiento de residuos y efluentes.

Cada uno de estos trabajos tiene tiempos y etapas que debieron ser coordinadas con los tiempos previstos por el equipo técnico de la fundación. Se produjeron cambios en el proyecto de la vivienda las premisas variaron de tal modo que de ser una cabaña de 45m² paso a ser una vivienda de 130m²., se incorporaron elementos nuevos como invernadero, torre para montar en ella un generador eólico, colector solar para el agua caliente, cubierta de chapa sobre cúpula central y cubierta de tierra con vegetación sobre las demás cáscaras, Como aislante térmico se resolvió emplear lana de oveja tratada, muro exterior de adobe revestido con piedra del lugar como protección.

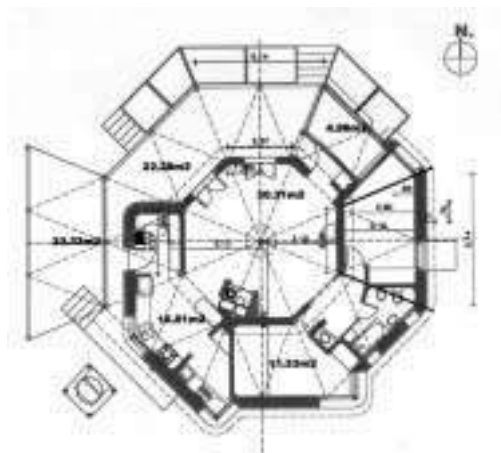


Figura N°1



Respecto del punto (1) a investigar: "El suelo como material de construcción", a cargo de la Arq. Liliana Molinari con Beca de Extensión de SeCyT, con el apoyo del TIDE. FAUDI. UNC. Director de becario Arq. Rosendo Dantas. La Arq. Molinari planteó las siguientes etapas para dar cumplimiento a los objetivos de la misma:

Primera etapa: Tiempo estimado: un mes

Recopilación y búsqueda de documentación sobre el tema. Investigación de los antecedentes del mismo, a nivel nacional e internacional.

Segunda etapa: Tiempo estimado: tres meses

Partiendo de los suelos de la región, evaluar las proporciones de las distintas mezclas, en función del resultado de ensayos de probetas normalizadas, elaborar tablas y manuales con las dosificaciones recomendadas. Estudio de la resistencia a compresión de adobes fabricados en la zona.

Tercera etapa: Tiempo estimado: dos meses

Análisis del proceso constructivo, fundación, aislaciones, refuerzos antisísmicos, forma de colocación en obra de los mampuestos y/o adobes

Cuarta etapa: Tiempo estimado: cuatro meses

Elaboración de los planos constructivos, pliegos de especificaciones, con la colaboración de la Fundación. Redacción de manuales explicativos del método a emplear en la ejecución de la obra. Dictado de las clases prácticas necesarias a la mano de obra.

Quinta etapa: Construcción de una vivienda prototipo en escala 1:1

Sexta etapa: Elaboración de recomendaciones sobre uso y mantenimiento.

Asesoramiento profesional.

Tanto la quinta como la sexta etapa, podrían plantearse para extender el proyecto a un segundo año.

Esta previsión del tiempo de investigación entró en conflicto con los tiempos previstos por el cuerpo técnico de la Fundación para la ejecución de la vivienda prototipo, por lo tanto se acordó un seguimiento del proceso de obra simultáneamente al de investigación. Los resultados de esta se emplearán en la futura construcción de viviendas, se retiraron de obra adobes para el ensayo a compresión de los mismos, para los ensayos de inmersión en agua, etc.



Se detectaron en esta etapa diversos inconvenientes:

La Mano de Obra de la región para la fabricación del adobe, no tiene conocimientos técnicos para su elaboración, cree que es lo mismo que preparar la tierra para hacer un ladrillo común con iguales dimensiones pero sin necesidad de quemarlo en el horno, los cotiza a un precio un poco menor que este.

La Mano de Obra para la colocación del adobe no tiene idea de cómo trabajar con este material, al presentar un presupuesto cubren sus dudas con precios superiores al normal.

Indicio claro de la pérdida del acervo cultural de nuestro pueblo. "Años de asimilación cultural, de observación de la naturaleza, años de prueba y error, en una permanente adaptación al medio, una herencia cultural transmitida de generación a generación, ha quedado en el pasado desprestigiado y olvidado" dice el Arq. J. M. Evans².

El punto (2): "Estructura de soporte del techado mediante una cáscara de madera laminada" fue investigada en el TIDE los años 2000 a 2003 siendo patentada oportunamente

En función de esa experiencia dio comienzo en laboratorio el proceso de construcción. Primeramente se realizó un modelo del molde en escala 1:10 adaptado a la nueva planta. Sobre el que se prefabricarán los "gajos" de la cáscara. (Fotos 2 y 3)

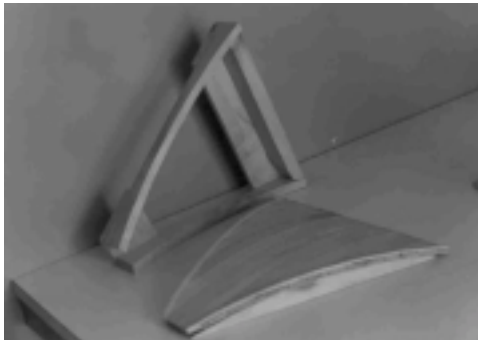


Figura N°2

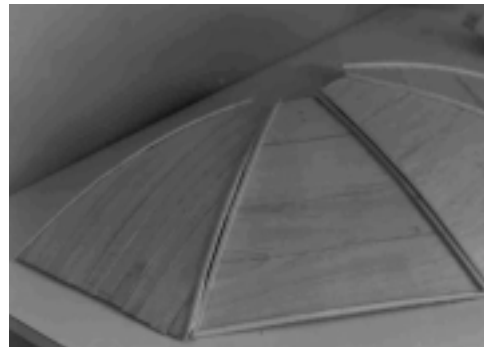


Figura N°3

Se realizó una maqueta de varios gajos con nervios curvos incluidos. Se realizaron los planos para la ejecución del molde y de los gajos a escala real y se tomaron fotografías de los mismos. Toda esta documentación fue entregada a la empresa fabricante. Se realizó un permanente seguimiento del proceso de fabricación documentado fotográficamente.

Se resolvió experimentar empleando una primer capa de madera machihembrada cepillada de pino Elliotti de ½" de espesor y una segunda y tercer capas de fenólico industrial de 6mm vinculados al machimbre por medio de grapas.

Debido a que los adhesivos permitidos; resinas ureicas y fenólicas; recibieron un fuerte aumento por su característica de producto importado, se propuso como alternativa para disminuir costos emplear, en lugar de la cola ureica inicialmente proyectada, grapas y clavos

Los modelos realizados con esta combinación de materiales tuvieron problemas de inestabilidad en el mantenimiento de la curvatura diseñada como consecuencia de las tensiones internas propias del material deformado. Otra alternativa evaluada fue el empleo de tres capas de pino de ¼" o menos de espesor, vinculadas por encolado. En la hipótesis que de esta propuesta resultaría una economía importante porque el pino no aumentó acorde con la devaluación del peso. Solamente se haría necesario un control exhaustivo de la calidad de la cara que queda a la vista. Se seleccionaría un tercio de la madera machihembrada empleada en la cáscara: sin manchas, con nudos muy pequeños o inexistentes. El resto requiere un control menor porque lo que solamente se debe inspeccionar es la característica resistente de la madera empleada.

De acuerdo al proyecto arquitectónico, la cubierta que la estructura deberá soportar variará desde una muy liviana de chapa metálica a una muy pesada de granza y tierra de unos 20 cm. de espesor con vegetación de muy bajo porte sobre la misma.

Los estudios realizados por medio de los programas STRAP y ALGOR para distintas situaciones de carga sobre estas cáscaras, muestran que el estado de máxima sollicitación se presenta con la sobrecarga de tierra y piedra sobre la estructura, observándose que las tensiones máximas sobre la cáscara son del orden de los 7 kg/cm².

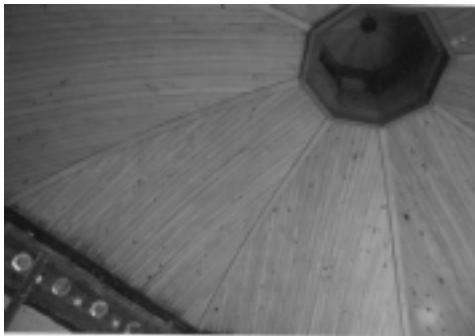
Respecto al proceso productivo hemos comprobado que el empleo de clavos y grapas no es conveniente, pues con un poco de mayor inversión inicial en colas se ahorra en tiempo de mano de obra y mayores costos por el volumen de clavos o grapas a emplear.

Como no se consigue en el mercado madera del espesor, diseñado se empleó madera machihembrada de ½", cepillada para llevarla a 7mm solución incorrecta por el desperdicio de material, costo, tiempo de cepillado y debilidad en las alas del machimbre por quedar estas muy delgadas. Por esa razón es aconsejable el uso de uniones a ½ madera y encargar especialmente secciones de 7mm de espesor.



El preparar por separado las partes de la cáscara permite un trabajo de mayor rapidez en taller, el cuello de botella se presenta en la espera del fraguado final de la cola en el molde.

La calidad del trabajo obtenido en taller es bueno con un nivel de ajuste de los componentes con un error de +/-3mm.



Figuras N° 4



Figura N° 5

La puesta en obra ha significado un problema distinto, encontramos en ella diferencias de replanteo de las vigas de apoyo con un error de +/- 5cm, por lo que hubo que realizar suplementos en obra para salvar esas diferencias. En consecuencia este tipo de estructura requiere del director de obra un control especial en la precisión de los elementos de soporte de la estructura.



Figura N° 6

Un estudio comparativo entre el costo real de la cáscara y el de una estructura tradicional compuesta por vigas correa y entablonado mostraron que el costo final de la primera por metro cuadrado de fabricación, es de \$63.00/m² IVA incluido. Menor que el de una estructura tradicional que cubra el mismo espacio realizada en pino laminado cuyo valor asciende a \$75.00/m² sin incluir mano de obra ni beneficios.

Este valor final bajaría en una producción industrializada porque se podrán realizar acopios importantes. Además la forma seriada de trabajo hará aumentar el volumen de lo producido en consecuencia disminuirá sensiblemente el costo de la mano de obra.

La rapidez de montaje es realmente importante, en un día la cúpula central estuvo colocada en su posición definitiva totalmente disponible para recibir los aislantes y la cubierta de chapa galvanizada prepintada.

El punto (3): "Energía residuos y efluentes, Acondicionamiento climático", campo de investigación a cargo del Arq. Matías Pardina con Beca de Extensión de SeCyT, con el apoyo del Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotecnia (CIAL) FAUDI. UNC. Quien bajo la dirección del Arq Arturo Maristani, se ha propuesto el siguiente plan de trabajos.

1° etapa: duración un mes.

Búsqueda y recopilación de antecedentes sobre simulación y monitorización térmica de edificios. Relevamiento de variables climáticas ambientales. Materiales y procedimientos de cálculo para la variación temporal. Adecuación a normativas existentes.

2° etapa: duración cuatro meses.

Estudio de los materiales y técnicas constructivas propuestos para la vivienda. Medición y cálculo de las variable térmicas. Cálculo teórico del comportamiento físico térmico de los elementos constructivos. Evaluación y medición en laboratorio de los índices característicos. Comparación y evaluación de resultados.

3° etapa: duración cuatro meses.

Simular teóricamente el comportamiento energético de la vivienda. Desarrollo de los instrumentos de simulación para cada variable. Cálculo teórico del comportamiento del prototipo. Evaluación de los resultados en función de las normativas y de los resultados esperados.

4° etapa: duración 12 meses (debe abarcar la mayor cantidad de variaciones estacionales posibles)

Monitorización en diversas condiciones espaciales y temporales. Desarrollo de un plan de monitorización. Medición de temperatura y humedad relativa interior y exterior simultáneamente en distintos locales, alturas y épocas del año. Procesamiento de datos. Metodología de evaluación del comportamiento energético. Conclusiones.

5° etapa: duración dos meses.

Conclusiones finales y recomendaciones de diseño orientadas al ahorro energético.



Los resultados esperados son los siguientes:

Desarrollar un método que permita evaluar anticipadamente el comportamiento térmico de una vivienda de carácter ecológico, influyendo en la determinación de condicionantes de diseño (zonificación, formas, y materiales).

Despertar la conciencia en el medio de la construcción participativa de viviendas sustentables; sobre la importancia del empleo de técnicas de simulación y monitorización de viviendas; con el fin de desarrollar tipologías destinadas a adecuar la misma al clima con el consecuente ahorro de energía.

Esta investigación requiere que una etapa se realice en laboratorio y se deberá esperar a que la obra esté terminada para poder completar el monitoreo de la misma, por consiguiente los plazos de este proyecto se adecuan más a los plazos de la construcción que los del primer punto.

CONCLUSIONES

Esta investigación realza la necesidad de una recuperación de esa memoria ancestral perdida, mas arriba comentada, apoyados por el aporte científico del equipo docente de los Laboratorios TIDE-CIAL de la Universidad y la transmisión de los mismos a través de cursos para mano de obra, fabricantes, Proyectistas y Directores de obra.

Es realmente importante trabajar sobre un hecho real y concreto, coordinando con un equipo de profesionales de distintas disciplinas y con un objetivo particular.

Este es una realización por medio de la cual la Universidad a través de una praxis concreta responde a un requerimiento del medio en este caso una ONG. Esta experiencia todavía está en etapa de desarrollo, pero estamos aprendiendo mucho de esta interrelación.



BIBLIOGRAFÍA

- DANTAS Rosendo 1999 **DISEÑO DE CASCARAS**; Revista de ENGENHARIA Estudo e Pesquisa. Edit. UFJF, Brasil ISSN 1415-3025 Dic/1999 pags.163 a 179
- DANTAS Rosendo 2002 **DESARROLLO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA CÁSCARA DE MADERA DISEÑADA SEGÚN EL MÉTODO DE MODELO FÍSICO DEFORMADO POR CALOR Y PROCESADO EN FUNCIÓN DEL RELEVAMIENTO DE SUS COTAS DE NIVEL A TRAVÉS DEL SOFTWARE STRAP. SUBSIDIO SECYT 01/01 AL 31/2003 CÓDIGO: 05/A145.**
- DANTAS Rosendo 2003 **IDENTIDAD Y ARQUITECTURA**; III Jornadas del Centro del País, PROCESOS DE DISEÑO. FAUDI UNC.
- EVANS Jhon Martin 1979 **CLIMA, DISEÑO Y AMBIENTE**; Revista ambiente N°17
- PFENIGER Francis y SOLOGUREN Mauricio 1987 **AUTOCONSTRUCCIÓN CON MADERA Y BARRRO**; Eiciones CETAL N°680618 - Santiago de Chile.
- NORMA TÉCNICA DE EDIFICACION NTE E.080 ADOBE 2000 **REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES**
LIMA – PERU; arqui-terra@eListas.net
- GIVONI B. 1998 **L’HOMME, L’ARCHITECTURE ET LE CLIMAT**, Editions du moniteur. Paris
- MINKE GERNOT 2001 **MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVENDAS ANTISISMICAS**; Universidad de Kassel, Alemania.
- Norma IRAM 2000 **ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA TÉRMICA. METODOS DE MEDICIÓN**



Norma ISO 8302	2000	THERMAL INSULATION. DETERMINATION OF STEADY-STATE THERMAL RESISTANCE AND RELATED PROPERTIES. GUARDED HOT PLATE APPARATUS.
Universidad Zulia	de	PROYECTO CLIMA Y ARQUITECTURA; GG. México
GONZALO G.	1998	MANUAL DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA; U. N. T de Tucumán.

Autor

Rosendo M Dantas Tagliani: Arquitecto. Profesor Adjunto ESTRUCTURAS I "B" FAUDI. UNC. Profesor encargado de la CÁTEDRA ELECTIVA DE TECNOLOGÍA APLICADA- FAUDI/ UNC. Profesor encargado de la Cátedra Electiva ESTRUCTURAS de Diseño Industrial FAUDI U.N.C. Investigador del TALLER DE INVESTIGACIÓN DISEÑO ESTRUCTURAL (TIDE) FAUDI. UNC
rdantas@uolsinectis.com.ar . Te: 0351-4237292



DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Arq. Juan Carlos Patrone– Ing. Mariano Cabezón

RESUMEN

El presente trabajo resume el desarrollo de un emprendimiento privado que atento a la actualidad Argentina que presenta altos índices de desocupación, escasez de recursos, escasez de vivienda y crisis ambiental, de respuesta a tales requerimientos.

El objetivo principal fue demostrar la factibilidad, de diseño y construcción de un prototipo de vivienda experimental de interés social, posible de ser construido con muy baja tecnología y mano de obra no especializada, apto para emprendimientos de autoconstrucción o grupos humanos de escasos recursos.

Su modelo de gestión realizado en función de la replicabilidad del mismo, permite la participación de diferentes actores, grupos sociales, proyectistas, Municipios ONG, instituciones financieras y agencias promotoras.

Fue prioridad la utilización de materiales del lugar de emplazamiento, reciclables, con muy bajo consumo energético en su elaboración y manufactura y de bajo impacto en la naturaleza, se optó por la utilización de suelo cemento compactado (tapial) con un sistema de encofrados y herrajes reutilizables.

El prototipo es la célula básica de una vivienda, cocina comedor, baño y dormitorio, con las instalaciones básicas de agua, cloacas, gas y electricidad, que modulado en función del sistema constructivo, acepta el crecimiento en las dos direcciones ortogonales.

Actualmente ejecutado en un 90%, se está construyendo con mano de obra de los Planes Jefes y Jefas de Hogar, en un predio del municipio de Florencio Varela, con financiación del mismo municipio.

ABSTRACT

The present work summarises the development of a private undertaking that attentive to the present time in Argentina, presents high unemployment indexes, shortage of resources, housing shortage and environmental crisis, from answer to such requirements.

The main objective was to demonstrate the feasibility, of design and con-



struction of a prototype of experimental housing of social interest, possible

of being built with very low technology and non specialised manpower, capable for, or human groups of scarce resources.

Its administration model carried out in function to reply in a repetition way and allows the participation of different actors, social groups, planners, Municipios ONG, financial institutions and agencies promoters.

It was priority the use of materials of the location place, recyclable, with very low energy consumption in their elaboration and factory and of under impact in the nature, we opts for the use soil-cement compacted (tapial) with timbering system and ironworks that can be utilise several times.

The prototype is the basic cell of housing, cooks dining room, bathroom and bedroom, with the basic facilities of water, sewers, gas and electricity that modulated in function of the constructive system; it accepts the growth in both orthogonal directions.

Now executed in 90%, it is building with labor of the Planes Jefas y Jefes de Hogar, in a property of the municipality of Florencio Varela her, with financing of the same municipality.

INTRODUCCIÓN

La actualidad Argentina presenta altos índices de desocupación, escasez de recursos y escasez de vivienda, que se suman a una crisis ambiental global.

En la actualidad los índices de desocupación (mayor al 20%) y de pobreza (mayor al 50%) han superado los récords históricos nacionales. Siendo los sectores mas afectados, los de menor nivel educativo, carentes de oficios y posibilidades de aprenderlos. Esta situación, sin perspectivas de cambio, genera indignidad y degradación en el hombre, quien las traslada a la sociedad produciendo graves tensiones.

La vivienda es para la organización familiar, la célula base de lanzamiento imprescindible para el desarrollo de sus habitantes y por ende de una sociedad digna.

Actualmente no se cumple esta condición mínima en los sectores bajos y medios bajos, parte de esta gente habita en áreas degradadas (zonas inundables, contaminadas, sin servicios, etc.) y/o en espacios construidos en villas de emergencia y físicamente no aptos (chozas, ranchos, taperas, casas de chapa y cartón, etc.); otra parte ocupa ilegalmente espacios ur-



banos edificados y/o baldíos, habitando precariamente en ellos; esto último, sumado a la inacción gubernamental, contribuyen a que no se tenga

una clara magnitud de la real escasez de vivienda en la que nos encontramos inmersos.

Frente a este panorama iniciamos una investigación sobre suelo cemento para su utilización en la construcción de vivienda, ya que dadas sus características económicas, tecnológicas, bioambientales y sociales podía contribuir a dar respuesta a la problemática habitacional del país.

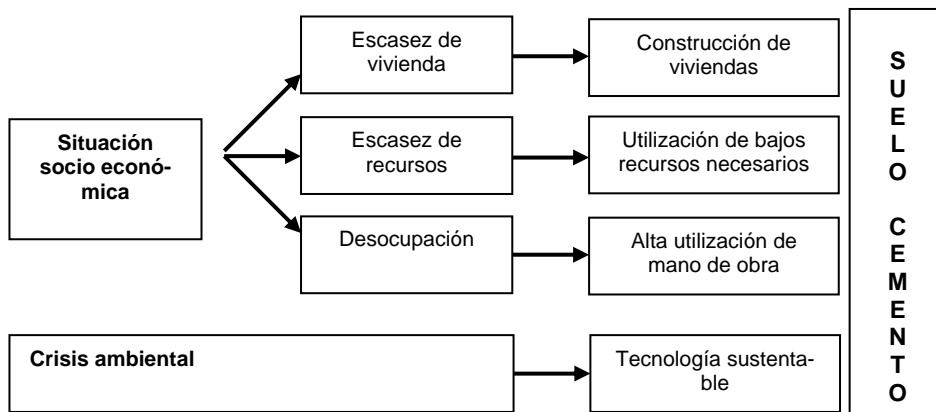


Figura N° 1

La investigación se orienta hacia la construcción de muros monolíticos de suelo cemento compactado (tapial), dada la posibilidad de obtener un muro de buenas características estructurales, de rápida ejecución y buena terminación sin necesidad de revoques.

Se busca el diseño y adaptación de los elementos necesarios (sistema de encofrados) para la construcción de tapial en forma racional y económica.

Paralelamente también, a la búsqueda de un modelo de gestión que posibilite la concreción de un sistema constructivo de fácil implementación y factible de ser utilizado tanto por grupos de autoconstrucción, pequeñas empresas, o por organismos estatales.

GESTION

Presentado al Secretario de Obras Publicas del Municipio de Florencio Varela el desarrollo de la investigación y a sugerencia del mismo, se proyectó un prototipo de vivienda de interés social, apuntando a sectores de bajos recursos, para que estos puedan ser actores sociales activos en la administración de sus propios potenciales y recursos.

OBJETIVOS

Se planteó revalorizar la construcción con tierra, tradición de nuestra arquitectura popular, incorporándole tecnología contemporánea de diseño y construcción (suelo cemento), materializándolo a través de una experiencia que propenda a solucionar el déficit habitacional de los sectores de bajos recursos.



Figura N° 2 Prototipo Florencio Varela



Figura N3- Prototipo Florencio Varela construcción esquina-

El objetivo principal fue demostrar la factibilidad, de diseño y construcción de un prototipo de vivienda experimental de interés social, para zonas semiurbanas de la pampa húmeda, posible de ser construido con un sistema de muy baja tecnología, bajo costo y mano de obra no especializada, apto para emprendimientos de autoconstrucción, grupos humanos de escasos recursos u organismos estatales.

PROPUESTA

Se propuso un prototipo que es la célula básica de una vivienda económica con posibilidad de crecimiento en las dos direcciones ortogonales, com-



puesta por un espacio cocina comedor, un baño y un dormitorio.
Está modulado en función del sistema constructivo a utilizar, de muro portante compactado in situ de suelo cemento, con encofrados intercambia

bles de placa de terciado fenólico reforzados con listones de madera.
El módulo a utilizar es de 1.80 m por 1.80 m, los encofrados son de 1.85 m por 0.60 m y el sistema se compone de encofrados, parantes y herrajes.
Los muros en este sistema no requieren revoques, por lo tanto quedan terminados interiormente con una pintura de cal y exteriormente con una pintura hidrófuga.

Está fundado sobre encadenado y pilotines de H°A°; el remate superior de muros se resuelve con un encadenado de hormigón armado sobre el que apoya la tirantería del techo.

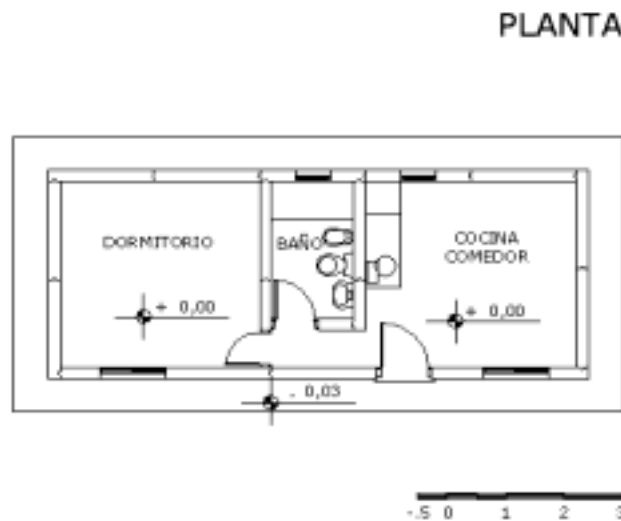


Figura N° 4

El prototipo incluye las instalaciones básicas de agua, cloacas, gas y electricidad. Las mismas quedan embutidas en las paredes, lo que permite ser realizadas económicamente con cañerías de plástico.

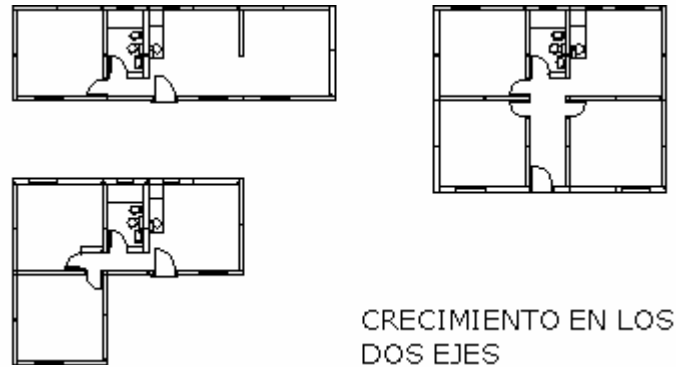


Figura N° 5. Esquema de crecimiento

Contrapisos y pisos de suelo cemento llaneado con incorporación de colorante.

El techo a dos aguas es de chapa galvanizada con tirantería y entablonado de madera de pendientes suaves. Se realizaron dos tipos de aislamientos en la cubierta una de pasto entre dos capas de barro y otra de polietileno expandido de 4 cm de espesor.

Las carpinterías son standard, puertas de madera con marcos de chapa y las ventanas de chapa doblada y aluminio y esta contemplada la posibilidad de incluir un tanque de agua.

GESTION Y DESARROLLO de la CONSTRUCCIÓN

Aprobado el cómputo, el presupuesto estimado y el plan de obra del prototipo, se coordinó con los Departamentos de Arquitectura y Desarrollo del Municipio, el inicio de los trabajos y prosecución de la construcción.

Iniciada la misma surgieron los primeros inconvenientes burocráticos que produjeron demoras en la entrega de materiales y herramientas que sumados a la irregularidad de la mano de obra proveniente de los planes Jefas y Jefes de Hogar, echaron por tierra todas las previsiones.

Terminadas las fundaciones de H°A° se inició la construcción de los muros, los trabajos de pulverización, zarandeo, mezcla, humectación de la tierra, colocación de encofrados parantes y herrajes, fue rápidamente comprendido y llevado adelante por los mismos operarios.

El apisonado presentó inconvenientes ya que la tierra utilizada de gran contenido de arcillas necesitó un apisonado vigoroso que provocó defor-

maciones impensadas en los moldes.

Se tuvo que realizar un seguimiento de los expedientes de compra de materiales, presionando personalmente sobre los distintos departamentos del Municipio para destrabarlos y acelerar la entrega de los mismos.

Las irregularidades también impidieron realizar el curado necesario de los muros.

Dada la ansiedad producida por la dilación de los tiempos de obra debidos a los inconvenientes burocráticos señalados, en contraposición con la urgencia de presentar los muros terminados, primer paso para demostrar la valides del sistema, los problemas producidos por el apisonado excesivo y la ausencia de experiencias anteriores, nos desvió de la posibilidad de mejorar la composición del suelo agregándole áridos de mayor granulometría y pusimos el acento en reforzar los encofrados, herrajes y apuntalamiento de parantes para absorber los esfuerzos horizontales producto del apisonado, también diseñar y construir un párate de esquina para trabar en ellas los paños alternativamente, ya que el empuje de los muros ortogonales producían desplomes en los anteriores.

Con el secado de los muros se produjeron rajaduras verticales en coincidencia con las alienaciones de los separadores, esto y una partida de tierra con mayor contenido de arcillas utilizadas en tres módulos, nos obligo a recurrir a la aplicación de revoques que no estaban contemplados.

Respecto a la mano de obra luego de seleccionar distintos operarios nos decidimos trabajar con una cuadrilla de cuatro operarios consustanciados con el material y resignar velocidad por efectividad en la ejecución.

Después de algunas pruebas realizadas con revoques de suelo cal que no dieron resultados positivos por falta de adherencia y escasa dureza, se recurrió a mezclas de tierra, arena, bosta de caballo, cal y cemento, con las cuales se pudo completar todos los revoques interiores.

Actualmente se encuentra la vivienda ejecutada en un 90%, se han colocado todas las cañerías de las instalaciones, cloacal, eléctrica y provisión de agua, las carpinterías, se techo y coloco aislación térmica en el techado (mitad con poliestireno expandido y mitad con pasto entre dos capas de barro), se han construido los contrapisos con suelo cal reforzado colados (utilizando la tierra de descarte del tamizado) y los pisos interiores con suelo cemento monolítico llaneado.





a) Construcción

b) Techado

Figura N° 6. Prototipo Florencio Varela

CONCLUSIONES

Ya se puede verificar que el objetivo principal está cumplido ya que los resultados están a la vista, pudiéndose apreciar las ventajas del material y que el sistema constructivo a pesar de las dificultades encontradas funciona bien.

También queda demostrado que es posible este tipo de construcción en la pampa húmeda en zonas rurales o semirurales como así también en los bordes del conurbano.

Si bien no se pudo llegar a un costo exacto dadas las dificultades constructivas, organizativas y burocráticas que impidieron evaluar el costo de mano de obra y el consumo de materiales la estimación a que se llegó en diciembre pasado de \$12500 para la construcción terminada, aunque aproximado es muy satisfactoria.

La transmisión de tecnología no presenta dificultades y es más directa cuando los involucrados en la construcción se consustancian con el material, esto se verifica por el aporte creativo que surge de ellos mismos.

La posibilidad de tener un prototipo de vivienda mostrable en el conurbano en un lugar de fácil acceso, poder verificar su comportamiento en el tiempo como poder continuar haciendo mediciones y evaluaciones térmicas, es por sí mismo un gran logro.

Queda demostrado que el diseño de un sistema constructivo, con utilización de suelo cemento como material, es una muy buena adaptación moderna de las construcciones de adobe, haciendo imprescindible la homolo-

gación de estos sistemas con las normas constructivas vigentes.

BIBLIOGRAFIA

- | | | |
|---|------|--|
| INSTITUTO CEMENTO PORTLAND ARGENTINO, Adaptación de una publicación realizada por la Asociación Brasileira del Cemento Portland | | CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS CON SUELO CEMENTO MOLÍTICO. Instituto del Cemento Portland Argentino. Buenos Aires, Argentina (35) |
| HORACIO BERRETTA;
MARIA GATANI | | LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO. Centro Experimental de la Vivienda Económica (22) |
| ANTHONY. F. MERRIL | 1949 | CASAS DE TIERRA APISONADA Y SUELO-CEMENTO. Windsor. Buenos Aires, Argentina (252) |
| RAFAEL MORA RUBIO | 1963 | SUELO-CEMENTO. SU APLICACIÓN EN LA EDIFICACION. Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento. Bogotá, Colombia |
| GERNOT MINKE | 2001 | MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA. Norddan-Comunidad. Montevideo, Uruguay |
| INSTITUTO CEMENTO PORTLAND ARGENTINO | 1993 | CONSTRUCCIÓN CON SUELO-CEMENTO Instituto del Cemento Portland Argentino. Buenos Aires, Argentina |

Autores

Juan Carlos Patrone: Arquitecto FADU-UBA, trabaja desde 1976 en forma independiente y en distintas empresas y organismos estatales en proyecto dirección y construcción de viviendas, industrias, escuelas y restauración de edificios. Integra el Grupo Construcción con Tierra del CIHE FADU-UBA. Actualmente a cargo de la construcción del prototipo de vivienda de la Municipalidad de Florencio Varela. C.e: arqpa@yahoo.es - Te: 011-4253-1651

Mariano Cabezón: Ingeniero Industrial, en el año 2000, complementó su formación con el curso de posgrado Programa de Actualización en Diseño Bioambiental dictado en la Escuela de Posgrado de la



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra

“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

FADU-UBA. Desde entonces forma parte del CIHE y es miembro del equipo de investigadores de la SICyT-FADU. Desde 2001, estudia e investiga construcciones con tierra, particularmente aspectos ambientales y de eficiencia energética en el marco de las tecnologías sustentables. C.e.: mcabazon@fadu.uba.ar - Te: 0220-482-4841



ARQUITECTURA DE TIERRA
Proyecto de investigación aplicada

Arq. Ana L. Orcola

RESUMEN

"Arquitectura de Tierra" es una experiencia de trabajo final de la Carrera de Arquitectura, con carácter de "Proyecto de investigación aplicada"; en este caso para el diseño de lo que llamamos la "Casa Ecológica" (sede de una entidad a fin). Para el abordaje a la temática se hizo una investigación previa sobre la Tecnología aplicada a la construcción del material "tierra"; de la Arquitectura bioclimática, ecotécnicas y el uso de energías alternativas, complemento un diseño sustentable y apropiado al lugar de desarrollo de la propuesta; y el estudio de la zona de implantación de la misma. Reuniendo los elementos indispensables para abordar la etapa de diseño propiamente dicha y la de futuras intervenciones.

ABSTRACT

Earth architecture is an experience developed as final work for the architecture career, as a project of applied research, in this case for the design of what we call the "ecological house". The approach towards this particular theme was done through preliminary research about the technology applied for the elaboration of the primary material "earth"; the bioclimatic architecture, ecotechnics and the use of alternative sources of energy, as complements of a sustained design according and appropriate to the place of development of the proposal; the study of the area where it would be located, as a way to gather the necessary elements for coping with the designing moment itself and for prospective interventions.

INTRODUCCIÓN

Para poder abordar el diseño de la "Casa Ecológica", sede de A.PRO.MA., nos vimos en la necesidad de adquirir conocimientos sobre temáticas muy particulares (que hacen al concepto de la misma) e imprescindibles, a nuestro criterio, para poder llevar adelante la propuesta. Estos temas, a los que hicimos referencia, fueron desarrollados por razones específicas que a continuación expondremos:



- La Arquitectura de tierra: porque constituye la tecnología, solicitada por el comitente, para materializar la "Casa".

- La Arquitectura bioclimática: porque, conjuntamente con las energías alternativas y las ecotécnicas, nos permiten diseñar la obra arquitectónica adecuada al clima, y así posibilitar el ahorro energético (uno de los objetivos propuestos por el comitente).

- La Ciudad de Juan José Castelli: porque es el marco de referencia; es, concretamente, el medio donde se insertará la "Casa Ecológica".

Para abordar estos temas desarrollamos la siguiente metodología:

ETAPA 1: Cognoscitiva (Reconocimiento del Problema)

ETAPA 2: Creativa (prognosis, formulación del plan, propuesta y proyecto)

ETAPA 3: Verificación y evaluación de la propuesta (no realizada)

Una vez conceptualizados los dos primeros temas, comenzamos con las tareas de relevamiento, sistematización y análisis de la información obtenida en mencionada ciudad. Esto nos permitió identificar los elementos intervinientes, sus relaciones y, además, detectar las potencialidades y las situaciones conflictivas a las que hacer frente, y para quienes propusimos posibles medidas correctivas.

Es así que concluimos diagnosticando:

- La Ciudad de J.J.Castelli
- La Arquitectura de tierra en J.J.Castelli
- El recurso natural tierra en J.J.Castelli

Cuyos diagnósticos particulares nos permitirá elaborar el pronóstico de la situación analizada.

A continuación expondremos un cuadro síntesis del diagnóstico de la ciudad de J.J.Castelli.



Síntesis diagnóstico localidad J.J.Castelli

POTENCIALIDADES

Regionales

- * Rol de la localidad: Cabecera del Departamento Güemes.
- * Ubicación estratégica con respecto a grandes proyectos Provinciales, Nacionales e Internacionales:
 - Proyecto Palo Marcado
 - Pavimentación Ruta J. Azurdy (conexión con Salta)
 - Canalización del Bermejo
 - Corredor Bioceánico, etc.
- * Ubicación geográfica estratégica con respecto al proyecto de turismo ecológico, que comprende el circuito:
 - Casa Ecológica
 - Reducción Nueva Pompeya
 - Villa Río Bermejito
 - Fuerte Esperanza
 - Estancia "La Fidelidad"

Económicas

- * Centro de almacenamiento de la producción de la zona.
- * Disponibilidad de suelos (limoso y limosos arcillosos) aptos para la actividad agrícola ganadera y explotación forestal.
- * Utilización de recursos naturales de la zona.
- * Fácil acceso al material tierra.

Sociales

- * Sociedad heterogénea (gringos, aborígenes y criollos).
 - * Existencia de entes que luchan por la preservación del medio ambiente:
 - Cuerpo de Policía Ecológica
 - A.PRO.MA.
 - * Interés social por temas ecológicos y del medio ambiente.
- Transmisión de los conocimientos, de generación en generación, sobre las distintas técnicas de arquitectura de tierra.



Ecológicas
<ul style="list-style-type: none"> * Disponibilidad de recursos naturales renovables: Forestales. * Disponibilidad de recursos naturales considerados inagotables: eólico y solar.
Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> * Alta calidad de resoluciones tecnológicas en viviendas rurales. * Construcción de las viviendas de tierra con un reducido número de obreros y tiempo de ejecución. * Empleo de las técnicas de entramados (palo a pique) y mampuestos (adobe) adaptados a las costumbres y recursos de la zona. * Utilización de la tierra como mortero de unión de ladrillos comunes para abaratar la construcción.

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	MEDIDAS CORRECTIVAS
<ul style="list-style-type: none"> * Conflictos ambientales: <ul style="list-style-type: none"> - tala indiscriminada de árboles. - depredación de la fauna silvestre e ictícola. - mal manejo de los suelos destinados a la agricultura y ganadería intensivas. - Escasez de agua. 	Regulación y control por parte de los organismos pertinentes: Inta Dirección de fauna y flora Policía ecológica, etc.
<ul style="list-style-type: none"> * Contaminación urbano - ambiental <ul style="list-style-type: none"> - humo de las desmotadoras. - residuos patológicos sin tratamiento. - contaminación de napas por efluentes cloacales. - atmósfera enrarecida (presencia de cloro en el ambiente) - basural a cielo abierto dentro de la trama urbana. 	Orientación, regulación y control del desarrollo a través de una Propuesta de estructura urbana

<p>* Conflictos urbanos - ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> - falta de jerarquización de accesos - situación conflictiva de tránsito en el acceso principal. - falta de apertura de calles, en la periferia, que posibiliten la conexión con otros sectores de la ciudad. - malas condiciones de veredas y calles en los barrios alejados del casco céntrico. - escaso porcentaje (7,5 %) de calles pavimentadas. - pavimento deteriorado por el tránsito pesado. - insuficiencia de la red y el servicio de agua potable. - colmatación de canales de desagüe pluvial, que en días lluviosos provocan el anegamiento del área central y sur. - inexistencia del servicio de tratamiento de líquidos cloacales. - déficit del equipamiento educativo. - precariedad de las instalaciones de los equipamientos administrativos. - déficit del servicio de comunicaciones. - uso descontrolado del suelo. 	<p>Orientación, regulación y control del desarrollo a través de una Propuesta de estructura urbana</p>
<p>* Problemática técnica de la construcción con tierra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - baja calidad tecnológica por el empleo de mano de obra no capacitada. 	<p>~ capacitación de la mano de obra a través de : charlas informativas trabajos de campo, etc. Para la transferencia de la información técnica. ~ asesoramiento y transmisión de conocimientos acerca de:</p>

<p>- inestabilidad de las edificaciones debido a: precarios cimientos, falta de "plomo", "escuadra" y debido dimensionamiento de los elementos estructurales.</p>	<p>importancia de la estabilidad función de los distintos elementos estructurales (fundaciones, vigas, columnas, etc.)</p>
<p>- deterioro de la parte inferior del paramento (zona próxima al piso) por: lluvia, capilaridad, etc.</p>	<p>~ impermeabilización de la zona por medio de: realización de cimientos y sobre cimientos de H^o, mampostería de ladrillos comunes, adobes, maderas imputrescibles, etc. aislación hidrófuga (entre el cimiento y el muro de elevación)</p>
<p>- humedad en las paredes</p>	<p>~ protección a través de: aleros revoques pinturas, etc.</p>
<p>- desprendimiento de revoques de cemento</p>	<p>~ incorporar elementos que permitan la adherencia, por ej.: clavos, mallas metálicas, etc. ~ revocar con mortero de suelo-cemento</p>
<p>- deformación y pudrimiento de las maderas</p>	<p>~ utilizar maderas estacionadas ~ realizar tratamientos impermeabilizante</p>
<p>- suelo de la localidad: limoso y limoso arcilloso, no óptimos para las construcciones con tierra.</p>	<p>~ estabilización del suelo por medio de: consolidación adición de aglomerantes</p>

Tras la evaluación de las potencialidades y problemas observados sostenemos que el impacto que producirá la inserción de la "Casa Ecológica" en la ciudad de J.J.Castelli es positivo, ya sea desde el punto de vista Regional, Económico, Social, Ecológico, Técnico y Urbano; debido a que con la concreción de dicho proyecto se contribuirá al desarrollo



económico de la localidad y la región a través de la implementación y fomento del turismo ecológico.

También, por medio de la misma, se educará a la sociedad, transfiriéndole conceptos ecológicos que generen una nueva y consciente actitud con respecto a la relación HOMBRE - MEDIO NATURAL. Además se convertirá en ejemplo de la recuperación y uso racional de los recursos naturales de la región a través de la implementación de una tecnología alternativa y ecológica, energías no convencionales y el pre tratamiento de los residuos; en pos de la conservación y protección del medio ambiente.

Otro de los aportes será la capacitación de la mano de obra local, necesaria para la ejecución de la obra, y transmisión a la comunidad de una tecnología apropiada y apropiable (Arquitectura de tierra) que contribuirá, como solución alternativa y económica, para paliar el déficit habitacional.

Consideramos también que, a nivel urbano, será un hito simbólico en la ciudad, colaborando con el mejoramiento y desarrollo del área donde la misma se insertará.

Sin embargo, la "Casa Ecológica", se verá condicionada por una serie de situaciones urbanas conflictivas (ver síntesis diagnóstico J.J.Castelli), como por ejemplo la falta de planeamiento y el uso descontrolado del suelo. Esto implica que exista la probabilidad que se localicen actividades incompatibles que generen problemas.

Por ello los conflictos que mencionamos deben ser profundizados por estudios interdisciplinarios específicos, para poder elaborar un Diagnóstico urbano - ambiental exhaustivo y un plan de acción que permitirá a ésta localidad planificar su futuro desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

- | | | |
|--------------------------------|------|---|
| CORRAL, José
(traductor) | 1979 | COBIJO Tursen S.A. Blume Ediciones,
Madrid. |
| LACOMBA, Rhut
(compiladora) | 1991 | MANUAL DE ARQUITECTURA SOLAR ,
Ed. Trillas, México. |
| VELEZ GONZALEZ,
Roberto | 1992 | LA ECOLOGIA EN EL DISEÑO
ARQUITECTÓNICO , Ed. Trillas, México. |
| VIÑUALES, Graciela Ma. | 1994 | ARQUITECTURA DE TIERRA EN
IBEROAMÉRICA , Imp. Sudamericana, Bs.
As., Argentina. |

Autor

Ana Lorena Orcola: Arquitecta. Prof. Auxiliar de Primera Categoría dedicación simple (por concurso), de la Cátedra: ARQUITECTURA II, FAU, UNNE. Otros Trabajos de Investigación: RECICLAJE de RESIDUOS. Para la Cátedra TEORÍA y MÉTODO, 1994. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA. Arquitectura pasiva. Arquitectura activa. Energías alternativas. Para la Cátedra INSTALACIONES 2, 1997. ARQUITECTURA DE TIERRA. Trabajo de investigación aplicada. Realizado por: CHAMORRO - ORCOLA - TORRES Para la Cátedra ARQUITECTURA V (trabajo final), 1997/98. Publicado para la Biblioteca de Arquitectura de la FAU – UNNE. Beca: Universidad en el Medio. Firma de convenio con Municipalidad de J.J.Castelli, 1997/98. Maestría en Gestión del Ambiente, Patrimonio y Paisaje (en curso).- e-mail:lorcola@hotmail.com - TEL : (03722)421654estudio/423371, mensajes CEL. : (03722)15510782 Domicilio: Brown 385-Resistencia.-Chaco (3500)



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ALDEAS RURALES ESCOLARES

Ingeniero Ariel González
Geólogo Jorge Casarotto
Arquitecta Carolina Rodríguez
Cristian Díaz
Soledad Erpen

RESUMEN

A partir de la Iniciativa de la Fundación Aldeas Rurales Escolares (FUNDARE) para construir 30 viviendas en terrenos adquiridos por la ONG, alejados a la Escuela Rural No. 1178, ubicada en las cercanías del triple límite interprovincial entre Santiago del Estero, Chaco y Santa Fe; se acordó con el Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI) el asesoramiento en la utilización de tecnologías acordes a la situación. La iniciativa es fomentar la consolidación de aldeas con núcleos productivos autosuficientes, como manera de interrumpir el éxodo rural verificado en los últimos años.

El CECOVI tiene entre sus premisas la construcción y el desarrollo de conocimientos que vinculen el saber-hacer popular con el conocimiento científico para la materialización de un hábitat digno.

Consideramos un abordaje integral, entendiendo a la vivienda como una parte significativa en la vida de las familias de campo, con incidencia en sus modos de relación, sus prácticas culturales, sus capacidades laborales y económicas. Deviniendo en un proceso de investigación-acción desde la formulación hasta la concreción del proyecto.

Se avanzó en una propuesta utilizando bloques realizados con una Cinva-Ram, complementándose con esquineros de ladrillos comunes como elemento estructural y que además cumplía las preferencias de los lugareños por este tipo de material. Los primeros muestreos de identificación en laboratorios, determinaron suelos limo-arcillosos, del tipo ML o CL de plasticidad mediana, que yacen debajo de una capa de suelo orgánico de espesor promedio de 40 cm. Se realizaron ensayos químicos de conductividad a fin de determinar si correspondían a suelos dispersivos, lo cual resultó negativo. Esta prueba se hizo en base a que el agua subterránea es, en la mayoría de los casos de alto contenido salino.

La construcción de los BTC se realizó en el lugar de la Escuela con los futuros aldeanos, transfiriéndoles los conocimientos técnicos y dejando un instructivo para que ellos construyan los bloques para las viviendas.

Actualmente está en proceso de comenzar las dos primeras viviendas por el sistema de autoconstrucción, bajo la dirección de un oficial albañil y la asistencia técnica del Cecovi.



ABSTRACT

Based on the initiative of the Rural School Village Foundation (FUNDARE Fundación Aldeas rurales escolares) of constructing 30 housing over lands acquired by that ONG, which are bordering the Rural School N° 1178 placed near the triple interprovincial boundaries among Santiago del Estero, Chaco y Santa Fe; it was accorded with the CECОВI (Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda= Centre of Investigation and Development for the Construction and the Housing) the counseling for the use of technologies according to each given situation. The initiative is meant to encourage the consolidation of villages with self-sufficient productive nucleus, as a way of stopping the rural exodus verified during the last years.

Among its premises the CECОВI has the construction and the development of the knowledge linking the popular "know-to do" with the scientific knowledge for the materialization of a meritorious habitat.

We considered an integral approach taking the housing as a significant part in the country family's life, with an incidence into their way of relationship, their cultural performances, and their laboral and economic capacities; coming about to a process of investigation -action to start from the formulation of the project up to its realization.

There were advances in a proposal about the use of blocks carried out with a Cinva-Ram, which were complemented with the use of ordinary bricks as a structural element, and besides that, those blocks satisfied the preferences of the villagers for that material.

The early sample cases of laboratory identification shown the presence of lime-clayish soils, of the types ML or CI, which have medium plasticity and which lie under an organic soil layer of average 40 cm density (thickness) There were also performed chemical essays of conductivity to determine if the sample corresponded to scattered soils, but these gave a negative result. This test was made considering the fact that the subterranean water is, in most cases, highly saline.

The construction of the BT was carried out within the place of the School by the future villagers transferring to them the technical knowledge and by giving them directions for the construction of the housing blocks.

Nowadays, it is in process the beginning of the two first housings by the "system of self-construction", under the supervision of an official bricklayer and the CECОВI's technical assistance.



INTRODUCCIÓN

Hace algunos años nació un proyecto cuyo objetivo principal es detener el éxodo del campo a través de la creación de eco aldeas en las zonas adyacentes a las escuelas rurales, permitiendo al campesino vivir dignamente en su propio lugar, una idea que responde a una problemática social con una interesante combinación de factores humanos, comunitarios y ambientales. El proyecto es obra de Fundare (Fundación Aldeas Rurales Escolares), que trabaja conjuntamente con algunas ONGs y otras entidades de Santa Fe entre las que se cuenta el CECОВI (Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda) de la Universidad Tecnológica Nacional. La idea que animó a los creadores y a quienes trabajan y se adhieren a la asociación, es fundar "aldeas" en los terrenos aledaños a las escuelas rurales, brindando a la familia de los alumnos la posibilidad de trabajar, vivir y aprender en su propio espacio.

La Fundación pretende construir esos poblados en cercanías de escuelas rurales, convirtiendo a éstas en centros cívicos con propósitos de colonización, salubridad, acceso a los servicios públicos básicos y promoción integral de los aldeanos.

La primera aldea está ubicada en El Nochero, un pueblo que está pegado a una vieja estación de trenes, a 500 kilómetros de Santa Fe al norte, en el límite con Santiago del Estero y a 35 kilómetros al oeste de la ruta 95 que es la que une con el Chaco. Para esta aldea que está naciendo, Fundare compró 30 hectáreas pegadas a la escuela, de un propietario que se avino a venderlas. La Fundación tiene adherentes que aportan diferentes cantidades mensuales y esto permite facilitar los medios al futuro propietario rural, que ocupa su lote y luego devolverá en cuotas muy accesibles.

La primera condición para la elección de una familia aldeana es que sus chicos vayan a la escuela y, como otras condiciones, que tengan la posibilidad de radicarse y aceptar las pautas de ser aldeano, es decir, pagar la tierra, trabajarla y construir su vivienda. En una primera etapa se seleccionaron 34 familias.

En este marco el CECОВI es convocado a sumarse al proyecto desde la perspectiva del aporte tecnológico. Luego de la visita a los posibles lugares de intervención, del análisis de diversos sistemas constructivos y del intercambio de opiniones y conceptos, se propuso la utilización de tecnologías que utilizan la tierra cruda como material para la construcción de las viviendas.



CONCEPTOS Y METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo se constituyó un equipo Interdisciplinario; considerando un abordaje integral, entendiendo a la vivienda como una parte significativa en la vida de las familias de campo, con incidencia en sus modos de relación, sus prácticas culturales, sus capacidades laborales y económicas.

Deviniendo en un proceso de investigación-acción desde la formulación hasta la concreción del proyecto. Como universitarios tenemos la disyuntiva planteada por Víctor Pelli: *"... definir si la Universidad se pone en actitud de volcar su sabiduría sobre los sectores que carecen de ella, o si se pone en actitud de enriquecer su bagaje de sabiduría en el acto de reconocer conjuntamente con esos sectores sus problemas y desarrollar las soluciones adecuadas."*(1)

Para ello se planificó el siguiente plan de acción:

- Verificación y estudio de suelos en el área de Construcción de las viviendas.
- Estudio de dosajes para ladrillones de suelo-cemento con utilización de suelos de zona aledañas.
- Ensayo de dosajes para ladrillones de suelo-cemento.
- Ensayos de Compresión.
- Ensayos de Durabilidad:
 - de inmersión-absorción
 - De goteo y erosión.
- Verificación Estructural.
- Sugerencias Relativas a terminaciones e instalaciones del prototipo estudiado.
- Alternativas constructivas bioclimáticas de acuerdo al lugar de emplazamiento.

ASPECTOS TÉCNICOS

Se avanzó en una propuesta utilizando bloques realizados con una Cinva-Ram, complementándose con esquineros de ladrillos comunes como elemento estructural y que además cumplía las preferencias de los lugareños por este tipo de material.



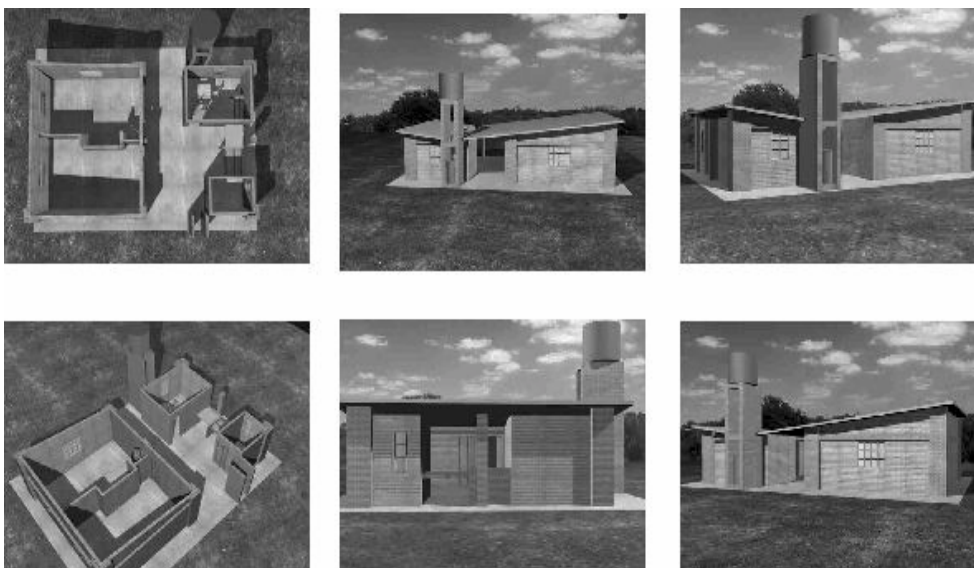


Figura 1. Imágenes del proyecto de vivienda rural

Se hizo un reconocimiento de la zona, extracción de suelos del lugar y análisis de los mismos a fin de preparar mezclas de suelos del lugar y obtener bloques de 29 x 9,5 x 14 cm. de ancho. Se realizaron ensayos de identificación a fin de caracterizar tipos de sedimento, tratándose de suelos cohesivos limo-arcillosos, tipo ML-CL de la clasificación S.U.C.S., no habiendo hallado en la región suelos arenosos. Se realizaron probetas con los limos de baja plasticidad, adicionando un % de cal y otro de cemento, con valores 1,5 – 3 % y 7 y 10% respectivamente.

Las conclusiones son que se logra una estabilización con 3 % de Cal, y con 7% de cemento (se logra resultados similares de resistencia que con un 10 %). Los ensayos y análisis se realizaron en la Dirección Provincial de Vialidad. Se establece una relación en base al Límite Líquido-LL y el Índice de Plasticidad, Ip, a fin agregar los aditivos mencionados. Se establece usar 90 % suelo limo-arcilloso, de LL entre 35 a 42 e Ip entre 11 y 17, usando en este caso 3 % de cal y 7% de cemento. Los porcentajes se continúan estableciendo según los valores de los suelos correspondientes al Yacimiento definitivo a utilizar.

Tabla 1: Identificación de suelos del lugar

Muestra Nº dic/2003	Pasante tamiz #								Limite de Atterberg			SUCS	pH	Conducti- vidad Eléctrica m mohs/cm
	4	10	40	60	100	200	230	270	LL	lb	W			
m 1	100	100	99,9	99,7	99,4	95,1			44,4	12,6		CL		
m 2	100	100	100	99,9	99,6	95,4			35,9	10,1		ML		
m 3	100	100	99,7	99,7	99,4	92,6			37,9	12,8		ML		
m 4	100	100	100	100	99,7	91,9			35,2	10,9		ML		
m 5	100	100	99,7	99,6	96,4	95,9			41,0	12,6		ML		
muestras febr/2004														
m 6	100	100	100	99,9	99,7	93,4	91,9		36,1	13,1		CL		
m 7	100	100	100	99,9	99,7	94,4	91,9	85,6	30,1	15,5	28,2	CL	8	1,15
m 8	100	98,7	98,3	98,3	97,9	93,0	92,6	82,8	32,9	19,7	29,6	CL	8,3	1,5

Tabla 2: Identificación agua del lugar

	pH	m mohs/cm
mA - pozo a cielo abierto - Panadería	8,0	4,15 . . a 3,4 gr/l
mB - pozo a cielo abierto - Terreno de Gaby	8,3	28,00 . . a 57,2 gr/l

Tabla 3: Ensayos físicos

muestra Nº	Dosificación			Densidad		Agua [ml]	Comp- actado en probal a PVC [mg]	Volumen	Comp- actado en al' de grabeo	Tiempo de curado [días]	% de pérdida de humedad	Resistencia a la Compresión simple - Deformación				
	Suelo %	Cal %	Cemento %	SH [ml]	SS [ml]							PSH [gr]	HP [ml]	ε	C	σ
1	90	3	7	1,79	1,40	79,5	895,2 (=9,7)	201,5	35	17	64,2	289	5,0	41° 40°	3,34	11,5
2	90	3	7	1,79	1,36	94,5	Idem	206,0	35	21	66,5	282,9	5,3	35° 23°	4,28	9,3
3	90	1,5	6	-	-	-	Idem	-	35	10	49	-	-	22° 25°	1,1	2,7
BTC - Bloque	90	-	10						30							17,5
Suelo ML El Nochero				Realizado con Cinva-ram												

Dosificación final recomendada:

- 90% suelo ML Limo arcilloso de mediana plasticidad
- 3% Cal Util Vial
- 7% Cemento
- Agua de Aljibe
- Tamizado # 4 [mm]





Figura 2: Producción de bloques

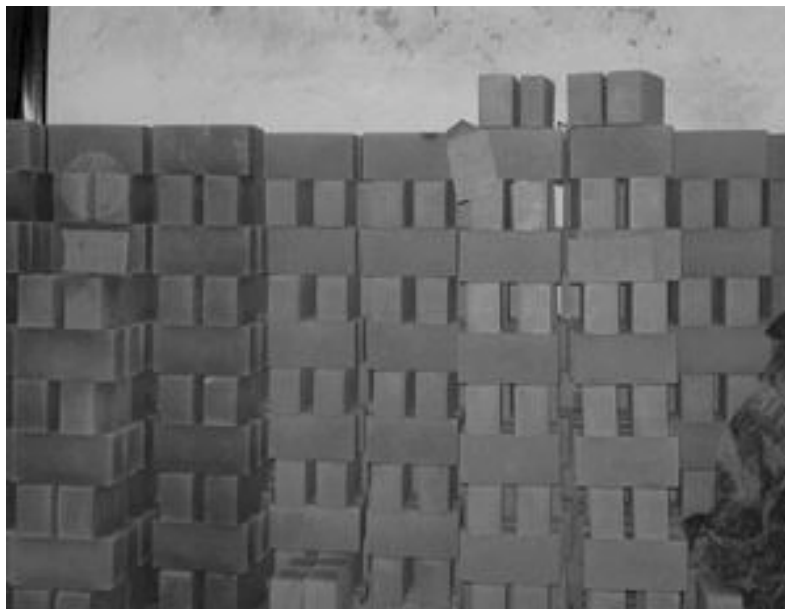


Figura 3: Acopio de bloques

CONCLUSIONES

La intención de generar un ámbito más sustentable en la Aldea Rural Escolar de la Escuela Mariano Romano (Nº 1.178), debe basarse en pilares como los siguientes:

Un programa ecológico: económica y ecológicamente lógico, para que su inserción en el medio contribuya a sostener la diversidad y la calidad de los recursos naturales y de la sociedad en que se inserta.

Las energías del comportamiento: de manera de recrear las identidades para mejorar las tendencias de convivencia locales y regionales.

Las energías del espacio y el clima: para enfatizar las mejores tensiones del espacio circundante preexistente y las del propio espacio a intervenir y así aprovechar el clima para ahorrar energías y mejorar el confort humano.

Las prácticas morfológicas y tecnológicas más apropiadas: que capitalicen la mano de obra existente (participación comunitaria en la construcción), los materiales locales no agotables, para lograr lenguajes morfológicos comprometidos con la historia y las condiciones ambientales.

Solo si el resultado de este proceso se materializa en un objeto de aplicación posible y de adaptación real a los requerimientos de los usuarios, se puede asegurar la difusión de los resultados.

La replicabilidad dependerá de la aceptación del modelo y siempre en el marco de costos posibles.

Sobre la base de la experiencia y la verificación de la satisfacción de la necesidad inicial, se implementarán los mecanismos naturales de difusión en la propia comunidad.

Referencias

⁽¹⁾Victor Pelli. "Notas sobre el alcance del compromiso de la Universidad con la situación de los sectores sociales en situación de pobreza.". Ponencia al VII Encuentro de ULACAV. Chaco-Argentina. 2001

Autores

Ariel González: Ingeniero en Construcciones, Magíster Scientiae en Metodología de la Investigación Científica y Técnica. Docente-Investigador en el Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI) de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (www.cecovi.org). Integrante de equipos interdisciplinarios en ONGs que abordan el tema del hábitat urbano y rural. Con actividades en investigación, desarrollo y transferencias de tecnologías para viviendas de bajo costo. E-mail: aagonzal@frsf.utn.edu.ar T.E.: 54 342 4697728 / 4981283



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Jorge Casarotto: Geólogo (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales- Universidad Nacional de Córdoba. 1972.). Estudios de Postgrado: Maestría en Ingeniería Ambiental- (Tesis en preparación) (Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Santa Fe.). Desempeño Actual: Docente Titular en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe de las cátedras "Geología Aplicada" y "Gestión e impacto ambiental". Actividades: Proyecto Hidroeléctrico Amisacota. Agua y Energía. 1972/1973. - Proyecto H. Paraná Medio. 1973/1977. - Proyecto H. Yaciretá. 1977/1979. - Proyecto H. Paraná Medio. 1979/1993. - Consultoría Privada. 1993/2003. - Intervención Proyecto Puente Rosario-Victoria. - Responsable estudios geológicos-ingenieriles Puente Reconquista -Goya. 2001/2003.

Carolina Rodríguez: Arquitecta FADU, UNL, Integrante del Cecovi. Colabora en diversos trabajos y proyectos de investigación del Centro.

Cristian Díaz: Estudiante tesista de Arquitectura. Colabora en diversos trabajos y proyectos de investigación del Centro.

Soledad Erpen: Estudiante del último curso de Servicio Social. Colabora en diversos trabajos y proyectos de investigación del Centro.



ESTANCIA LOS CUARTOS – EVALUACIÓN POST-USO
Tafí del Valle, Tucumán, Argentina

Stella Maris Latina - Rafael Soria Nieto- Rafael Francisco Mellace

RESUMEN

Son bastamente conocidas las ventajas que desde el punto de vista económico como ambiental (propiedades térmicas, acústicas e hidrófugas) ofrecen las edificaciones de tierra cruda con respecto a otros materiales convencionales de construcción. Cuando su ejecución se ajusta a estrictas reglas del arte, se verifican además otras cualidades relevantes como, por ejemplo, una prolongada durabilidad.

El presente trabajo resume los resultados de un estudio y evaluación post-uso del viejo casco de la estancia "Los Cuartos", construido a fines del S. XVIII en la Villa de Tafí del Valle; en el que se combinan diferentes técnicas de construcción con tierra y, a casi 200 años de su habilitación, presenta un perfecto estado de conservación.

El objetivo del estudio es registrar las características técnicas del edificio; determinar y evaluar los factores que favorecieron su durabilidad y difundirlos en ámbitos de formación técnica y entre la población local, como forma de preservar por una parte, la tradición constructiva resultado de la evolución cultural de los pueblos del NOA y, por otra, revalorizar las técnicas de construcción con tierra como una efectiva alternativa tecnológica, especialmente en las regiones con idénticas características climáticas a la de Tafí del Valle.

La metodología aplicada se basa esencialmente en:

- relevamiento gráfico y fotográfico;
- mediciones in situ de los elementos constructivos (espesor, longitud, altura de muros);
- análisis e identificación de muestras de tierra empleada;
- indagación sobre el sistema constructivo utilizado.

El estudio se efectúa dentro del marco del proyecto de investigación CIUNT 26/B – 210 del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán.



ABSTRACT

The economic and environmental (thermal, acoustic and hydrophobic) advantages offered by the earthen constructions, when compared with conventional building materials, are well known. When they strictly follow the traditional methods of execution, additional qualities, such as a prolonged duration, is achieved.

In this work we summarize the results obtained from the evaluation "after-use" of the original structure of the farm "Los Cuartos", built in the late XVII century in the village of Tafi del Valle. Being almost 200 years-old, excellently preserved and still in use, this building combines various constructing techniques with earth as a main material.

We pursue the determination and evaluation of those factors that favored its durability. We also intend to spread the information collected in teaching areas first, and among the local population later, as a preservation mean of the architectural traditions of the NOA and to revalue the earthen construction technique as an effective option for other areas with similar climate to that of Tafi del Valle.

The methods employed were essentially based on:

- graphic and photographic surveys and inquiry of the constructive system used
- *in situ* measurements (thickness, length, height of walls) of the constructive elements
- observation and inspection of the existing pathologies
- sample analysis and identification of the used material

I. – GENERALIDADES

I. 1.- Área de emplazamiento

El Valle de Tafi, distante a 106 km de San Miguel de Tucumán, se sitúa al Oeste de la provincia en la región montañosa, formando parte de la región de los Valles Calchaquíes. Tiene una superficie de 380 km². Está ubicada al fondo de una hoyada y rodeada de cerros cuyas alturas oscilan entre los 2.680 msnm y 4.437 msnm. Se encuentra a los 26° 52' de latitud Sur, a 65° 43' de longitud Oeste de Greenwich y a una altura promedio de 2000 msnm.

El clima de la zona es semiárido o de estepa. La temperatura promedio anual es inferior a 18° C. El verano presenta un clima cálido moderado, con temperaturas medias entre 18 y 22° C en enero; el invierno es frío y seco, con temperaturas que varían entre 4 y 10° C en los meses de junio y julio.



Las temperaturas extremas se dan en el mes de enero con una máxima de 28° C y en julio con -10° C.

Los vientos de mayor frecuencia soplan del Sur vinculado con el avance de masas de aire frío y húmedo provenientes del sur argentino; los del Norte generalmente son cálidos y secos.

Las precipitaciones anuales son de 410 mm en la parte llana del valle. El período lluvioso se produce de noviembre a mayo, siendo las lluvias violentas, eléctricas y con granizo.

Tafí del Valle registra innumerables viviendas construidas con muros portantes de adobes, tradición heredada de los primeros pobladores del Valle. Sin embargo, en la actualidad, la población joven reniega en parte de esa tradición al considerarla una expresión de pobreza y construyen sus viviendas con materiales convencionales, muy costosos en el lugar por su difícil traslado y poco recomendados para el tipo de clima imperante.

La Villa cuenta con 13.767 habitantes estables (INDEC 2001) que en verano asciende aproximadamente a 24.000 por la afluencia de veraneantes procedentes de San Miguel de Tucumán y el NOA. (Catastro, Municipio de Tafí del Valle -2003).

La Norma IRAM N° 11603 del año 1996 clasifica a Tafí del Valle como Zona Bioclimática tipo IIIa, esto significa climas con amplitudes térmicas diarias mayores a 14° C, durante todo el año.

I. 2.- Situación habitacional

De la cantidad de hogares registrados por el INDEC 2001, (3.251 viviendas) 500 son ranchos, casillas de madera o pequeñas habitaciones donde viven familias en condiciones de hacinamiento, carentes de higiene y sin ningún tipo de confort.

Las viviendas autóctonas que guardan relación con el clima, los recursos económicos, la cultura y forma de vida de la población, armonizan con el ambiente circundante y generan confort como resultado del uso de materiales y técnicas constructivas apropiadas transmitidas oralmente de generación en generación; definen -de esta manera- la concepción de una verdadera construcción bioclimática, basada en saberes populares tradicionales.

Sin embargo, tal armonía con el paisaje y las características del lugar, se ve amenazado en las dos últimas décadas como consecuencia negativa de la globalización cultural y la pérdida de identidad de los jóvenes



lugareños que buscan nuevos paradigmas socio-culturales -tratando erróneamente- que su vivienda se asemeje a la de la gran ciudad.

Se observan así en las nuevas construcciones populares muros de adobe, de ladrillos cerámicos (macizos o huecos) y bloques huecos de hormigón. -y lo que es peor aún, la "combinación" de dos ó más de ellos en una misma vivienda- conformando cerramientos de mínimos espesores, para reducir al máximo el costo de la construcción, que no sólo rompen el mimetismo con el paisaje, sino que generan viviendas inconfortables, porque no responden al clima local. Tampoco las orientaciones y el tamaño de las aberturas son las más favorables.

Paradójicamente, conviven en el Valle de Tafí, pobladores locales de bajos recursos y pobladores estacionales de mayor poder económico, que construyen sus viviendas de grandes dimensiones y costo, con adobes realizados por habitantes tafinistas, con tierras y técnicas locales. Ellos buscan -más allá del simbolismo folclórico- el confort, la calidez y belleza que la tierra aporta como material de construcción.

II.- OBJETIVOS

- determinar y evaluar los factores que favorecieron la durabilidad de los muros en la estancia analizada a través de 200 años;
- difundir los resultados obtenidos tanto en el ámbito de formación técnica como entre la población local.

III.- ESTUDIO DEL CASO: Estancia "Los Cuartos"

El casco de la estancia "Los Cuartos", se construye a fines del S. XVIII en la Villa de Tafí del Valle. El edificio, originariamente propiedad de un encomendero español durante 100 años, pasa en el S. XIX a manos de los jesuitas. En la actualidad la propiedad pertenece a la familia Chenaut,, que la conserva en perfecto estado y totalmente habilitada a casi 200 años de su construcción. Todavía mantiene su estructura original de casa criolla, con un patio central y aljibe, alrededor del cual se ubican "los cuartos": el comedor (edificación más antigua), el living, los dormitorios, el escritorio y la quesería -construida por los jesuitas a mediados del S. XIX- donde antiguamente funcionaban las cocinas a leña.

La construcción se resolvió con muros de adobes -asentados en barro- con una altura entre 2,50 y 4,50 m; los espesores varían entre 0,45; 0,55 y 0,70 m. El revoque grueso se efectuó con barro y paja picada en trozos de 0,01m aproximadamente, luego el revoque fino de tierra y por último un recubrimiento de pintura a la cal.



Los techos con estructura de madera (quebracho colorado azuleado), cubierta de paja, (reemplazada actualmente por chapas onduladas de H^oG^o) y cielorraso de cañizo y paja del cerro (El Infiernillo) atados con tien-to.

El piso, en el actual comedor y biblioteca se resuelve con un entablonado de madera apoyado sobre tirantes, mientras en el resto de la vivienda con baldosas cerámicas asentados sobre tierra apisonada.

La Estancia se encuentra sobre la avenida Gobernador Critto en un terreno de 4,50 Ha aproximadamente. Por su ubicación -en el centro de la Villa-, la extensión de su construcción y galería con grandes columnatas de adobe, llaman la atención de todos los visitantes, destacándose en el paisaje tafinista.



Figura N° 1 - Vista parcial del frente Norte



Figura N° 2 – Vista parcial de la galería



IV.- MATERIALES Y MÉTODOS

- Se extraen para el análisis del material adobes correspondientes a un muro exterior de 0,70 m de espesor de la zona de habitaciones más antigua de la estancia.
- Se adquieren adobes producidos actualmente en la cortada de Tafí, ubicada en Casas Viejas, con tierra de la zona.

Se molturan y tamizan ambas tierras para su identificación. Luego de efectuados las pruebas tacto-visuales, se procede a moldear 3 series de probetas y compararlas cuali-cuantitativamente efectuándose:

- Análisis sensoriales
- Análisis de laboratorio
- Análisis físicos y mecánicos

Sobre probetas moldeadas y talladas de los adobes muestra.

V.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos se expresan en las siguientes tablas.

V. 1.- Físicos

EXAMEN	ADOBE CORTADA	ADOBE ESTANCIA
Humedad natural	6,4 %	5,9 %
Peso unitario (kg/m ³)	1484	1683
Peso (kg)	9,90	7,72
Dimensiones (mm)	370 x 200 x 90	300 x 170 x 90

Tabla N° 1 - Estudios Físicos efectuados a los adobes extraídos.

MUESTRA	A = T – A1	B = T – A2
Ubicación de la extracción	Cortada Casas Viejas	Estancia Los Cuartos
Fecha de elaboración	Agosto de 2004	Agosto de 2004

Tabla N° 2 - Procedencia de las muestras

Muestra A = T – A1 = Tierra adobe nuevo – Cortada zona de Casas Viejas

Muestra B = T – A2 = Tierra adobe viejo – Estancia, sector habitaciones



✚ **Análisis Sensoriales**

EXAMEN	MUESTRA A (T – A1)	MUESTRA B (T – A2)
Visual	Tierra fina	Tierra fina con algún material grueso
Color	Marrón grisáceo claro	Marrón grisáceo claro
Olor	Inodora	Inodora
Tacto	Suave	Suave
Adherencia	Mediana	Escasa
Resistencia en Seco	Media (se reduce a polvo c/fuerte presión de los dedos)	Alta (quedan terrones s/deshacerse)

Tabla Nº 3 – Análisis Tacto-visuales (IRAM 10535/1991) efectuados a la tierra resultante de la molturación y tamizado de los adobes.

EXAMEN	MUESTRA A (T – A1)	MUESTRA B (T – A2)
Mordedura	Rechina suavemente (posible contenido limo)	Rechina suavemente (posible contenido limo)
Lavado de manos	Moderada dificultad de lavado (posible contenido arcilla)	Sin dificultad de lavado (posible contenido limo sin arcilla)
Exudación	Moderada	Moderada
Consistencia (Test del cordón)	No se puede hacer el rolo de 3 mm. (posible contenido limo)	Sí se puede hacer el rolo de 3 mm. (posible contenido arcilla)
Cohesión (Test de cinta)	La cinta rompe a los 40 mm. (posible tierra limo arenosa)	La cinta rompe a los 20 mm. (posible tierra limo arenosa)

Tabla Nº 4 – Análisis sensoriales directos (CRATerre –EAG- 1989) efectuados a la tierra resultante de la molturación y tamizado de los adobes.



Ensayos Normalizados

EXAMEN	MUESTRA A (T - A1)	MUESTRA B (T - A2)
Sedimentación	Arena = 55,50 % Limo = 44,50 %	Arena = 58 % Limo = 42 %
Prueba de Alcock Molde CINVA-RAM (40x40x600 mm)	Grietas en N° = 3 Total en mm = 6,5 Total en % = 1,08	Grietas en N° = 3 Total en mm = 4,5 Total en % = 0,75
Densidad Relativa Aparente (IRAM N° 1503)	1198 kg/m ³	1230 kg/m ³
Granulometría Tamizado Vía Húmeda (IRAM N° 10507/1986)	Tamiz N° 10 - 3,0 % Ret. Tamiz N° 20 - 4,0 % Tamiz N° 40 - 4,5 % Tamiz N° 100 - 28,0 % Tamiz N° 200 - 17,5 % Fondo - 44,5 %	Tamiz N° 3/8" - 6,0 % Ret. Tamiz N° 4 - 4,0 % Tamiz N° 10 - 6,0 % Tamiz N° 20 - 6,5 % Tamiz N° 40 - 5,5 % Tamiz N° 100 - 17,0 % Tamiz N° 200 - 11,0 % Fondo - 42,0 %
Límites de Atterberg (IRAM N° 10501/2)	Límite Líquido = LL = 21,9 Límite Plástico = LP = - Índice Plasticidad = IP = -	Límite Líquido = LL = 24 Límite Plástico = LP = 23,8 Índice Plasticidad = IP = 0,2

Tabla N° 4 – Identificación de Suelos mediante Ensayos normalizados (IRAM 1503-10507-10501)

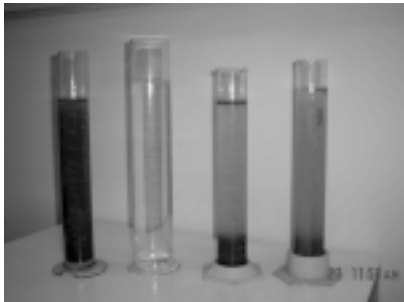


Figura N° 3 – Sedimentación - M. patrón; agua; M. T- A1; M.T- A2

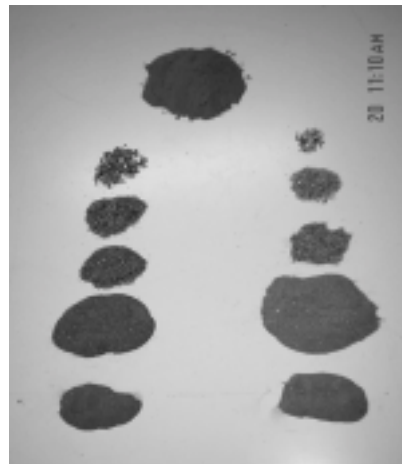


Figura N° 4 – Granulometría - Muestra T - A1 y T - A2

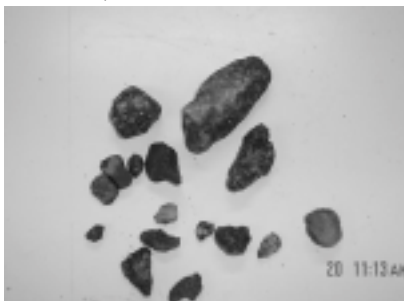


Figura N° 5 – Retenido Tamiz N° 3/8" correspondiente a T- A2



EXAMEN	MUESTRA A (T – A1)	MUESTRA B (T – A2)
Inmersión en agua potable (minutos)	Inicio disgregación = 3´15 Fin disgregación = 7´50''	Inicio disgregación = 7´10 Fin disgregación = 10´15''

Tabla N° 5 – Expresa la disgregación sufrida al ser sumergidas en agua, tomando como parámetro la pérdida del 15 % de masa de las probetas.

V. 2.- Mecánicos

Para la determinación de propiedades mecánicas se moldearon 3 series de probetas prismáticas de 40x40x160 mm, con ambas tierras. Luego de secadas en ambiente normal por el término de 7 días, se procedió a efectuar los ensayos cuyos resultados se expresan como el promedio de seis mediciones sucesivas.

ENSAYO	MUESTRA A (T – A1)	MUESTRA B (T – A2)
Resistencia a Compresión Simple (kg/cm ²)	36,00	17,60
Resistencia al goteo (minutos)	Perforación a los 42´	Perforación a los 53´

Tabla N° 6 – Ensayos mecánicos para la selección de tierras.

VI.- DISCUSIÓN

- Cuando la muestra A(T–A1), es sometida al ensayo de sedimentación, a las 10 hs. se observa el agua casi transparente sin partículas flotantes; sin embargo, en la muestra B (T – A2), a las 10 hs. y aún después de las 24 hs., sobrenadan en el recipiente pequeñas partículas (es decir, que no precipitan), esto hace suponer la presencia de arcilla ultra fina tipo pánoloide de segundo grado (Juárez Badillo - Tomo I – 1980)
- Si bien ambas tierras tienen similares porcentajes de arena -según lo demuestra la sedimentación- en el ensayo granulométrico se observa que la muestra B(T–A2) presenta grava (aproximadamente 6%) (Norma IRAM 10535) y arena gruesa y mediana (aproximadamente 10%), retenidos en los tamices N° 3/8", 4 y 10 respectivamente. En la muestra A (T-A1), se observa agregado fino mediano (aproximadamente 3 %) retenido en el tamiz N° 10. En esta apreciación no se tiene en cuenta lo retenido en los tamices N° 20, 40, 100, 200 y lo depositado en el fondo.



- En la muestra B (T – A2), la resistencia a la disgregación por inmersión de las probetas, es aproximadamente 50 % mayor que las registradas en la muestra A (T – A1).
- En los ensayos de compresión simple la muestra A (T-A1) supera en un 50 % a la B (T-A2); mientras que en el goteo, la muestra A (T- A1) presenta resultados inferiores en un 21 % aproximadamente que la B (T-A2).

Verificados los resultados obtenidos se deduce con la Carta de Plasticidad de Suelos (Norma IRAM 10509/1982) que las tierras analizadas corresponden a la siguiente clasificación:

- **Muestra A (Ti – A1) = SM** = limo arenoso, con pasante por el Tamiz N° 200 que supera el 12 % e índice de plasticidad igual a 0 (cero), se considera plasticidad nula.
- **Muestra B (Ti – A2) = L M** = limo de moderada a baja plasticidad.

VII.- CONCLUSIONES

Los buenos resultados obtenidos con la muestra B (Ti - A1) se debe a la combinación de una arcilla muy fina con un porcentaje aproximado de 6 % de agregado grueso fino (cuyo tamaño varía entre 10 a 30 mm) y 10 % de arena gruesa y mediana. (IRAM 1627/1501).

En los cerros que se encuentran a la orilla del camino que va desde Tafí del Valle a Santa María se puede apreciar, que la tierra de algunos sectores está mezclada con piedras de granulometría discontinua. Se piensa que posiblemente haya sido ésta la utilizada hace casi 200 años para la construcción de viviendas; de allí la durabilidad de la construcción evaluada.

Las patologías existentes son poco visibles debido a que se restaura la vivienda cada 5 años aproximadamente.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Mellace, R.; Rotondaro, R.; Latina, S.; Sosa, M.; Arias, E.; Alderete, C. 2002 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA - ETAPA II: PROTOTIPOS DE MUROS.** Publicaciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra Cruda - ISSN: 1514 / 1764
- Mellace, R.; Rotondaro, R.; Latina, S.; Sosa, M.; Arias, E.; Alderete, C. 2001 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA - ETAPA I: DISEÑO Y ENSAYOS PREVIOS.** Publicaciones LEME, Serie: Arquitectura de Tierra Cruda - ISSN: 1514 / 1764
- Mellace, R.; Alderete, C. 1998 **ENSAYOS FÍSICOS DE SUELOS Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE TIERRA CRUDA. BOLICHE Y SALÓN DE FIESTAS K-SAMA – SANTA MARÍA, CATAMARCA-** Publicaciones LEME Serie: Componentes constructivos de la envolvente - ISSN: 0328/3240
- Rotondaro, R.; Mellace, R. 1997 **ENSAYOS DE SUELOS. PROYECTO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE TIERRA CRUDA - ETAPA I: REGIÓN NOA - JUJUY, ARGENTINA.** Publicaciones LEME Serie: Componentes constructivos de la envolvente - ISSN: 0328/3240
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales 1992 **NORMAS IRAM** Nos. 10535/ 10501/ 10503/ 10507/ 10509
- Houben, H.; Guillaud, H. 1989 **TRAITÉ DE CONSTRUCTION EN TERRE – CRATerre-EAG.** Francia.
- Hernández Ruiz, L.; Márquez Luna, J. 1983 **CARTILLA DE PRUEBAS DE CAMPO PARA SELECCIÓN DE TIERRAS EN LA FABRICACIÓN DE ADOBES.** México.
- Juarez Badillo 1980 Mecánica de suelos. Tomo I.
- Terzaghi, K.; Peck, R.B. 1955 **MECÁNICA DE SUELOS EN LA INGENIERÍA PRÁCTICA** (Traducción O. Moretto)
- Casagrande, A. 1948 **Classification and Identification of Soils – American Society of Civil Engineers-** Vol. 113



AGRADECIMIENTO: Los autores expresan su agradecimiento a la Sra. Mercedes Chenaut, propietaria de la estancia, por permitir el acceso a la misma y facilitar información inédita de ella.

Autores

Stella Maris Latina: Arquitecta – Docente Cátedra "Construcciones I" y "Arquitectura de Tierra Cruda" – Investigadora LEME – CRIATiC – FAU y Proyecto CIUNT de la UNT. Maestrando en Carrera Auditoría Energética – FAU – UNT. Teléfono: 0381-4253939; correo electrónico: smlatina05@hotmail.com

Rafael Soria Nieto: Ingeniero Industrial – Investigador LEME – CRIATiC – FAU y Proyecto CIUNT de la UNT. Maestrando en Carrera Auditoría Energética – FAU – UNT. Teléfono: 0381-4245719; correo electrónico: rafasoria@hotmail.com

Rafael Francisco Mellace: Arquitecto – Profesor Titular Cátedra "Construcciones I" y "Arquitectura de Tierra Cruda" – Director LEME – CRIATiC – FAU. Director Proyecto CIUNT de la UNT. Teléfono: 0381-4345584; correo electrónico: rfmellace1@hotmail.com, rfmellace2@yahoo.com



EXPERIENCIAS REGIONALES CON TIERRAS BORATADAS

Ing. Emmel Castro Vidaurre - Arquitecto Antonio Mauricio Pellegrini –
Ing. Leonardo Serapio y alumno becario del C.I.U.N.Sa. Jorge Sajama y otros

RESUMEN

Nuestra preocupación avanza sobre el deterioro ambiental del acopio de tierras boratadas con grandes extensiones de residuos en la etapa de transformación industrial, situación directamente relacionada al medio ambiente. La línea de investigación de arquitectura social transfiere experiencias directas a usuarios carenciados del ramal 14, a través de la Empresa. La cantidad de residuos existentes y el continuo acopio hacen al sistema sustentable y una actividad ecológicamente negativa se transforma en una económicamente positiva y el trabajo estacional y la desocupación por todas conocidas se supera parcialmente (Valle de Lerma y Áreas Andinas). La transformación consiste en la ejecución de componentes constructivos para muros, tabiques, paneles, techos y revestimientos. También se transfiere la experiencia a alumnos en cátedras universitarias como análisis y propuestas de tecnología no tradicional. La propuesta también asegura un nivel de calidad del producto con diseños adecuados apropiados y apropiables para los usuarios carenciados, verificaciones de laboratorio y costos inferiores al 50% de los sistemas de viviendas económicas actuales a igualdad de superficie. Se adjunta nuestras experiencias anteriores con evaluaciones de post - uso.

Resumen de Ponencias:

1) Proponemos aplicar tecnologías que superen la desocupación, optimicen inversiones y capaciten con transferencia y mano de obra intensiva propia de los usuarios, respetando sus costumbres y pautas culturales con materia prima de bajo costo como tierra natural y volcánica, arcillas, tierras como residuos industriales, ó forestales en componentes constructivos. 2) Solicitamos discutir sin intermediación acceso a fondos Nacionales e Internacionales a sectores carenciados habitacionales, con apoyos de Municipios y Universidades, excluyendo la actividad empresarial. 3) Sugerimos agilizar los sistemas de patentamientos y aprobación de tecnología, componentes y ejecución de prototipos, para verificación de comportamientos entre las Organizaciones Específicas y las Universidades y/o Instituciones similares de investigación.



ABSTRACT

We have studied the environmental pollution due to the storing of residual solids produced by the boric acid industry. We are working in the area of social architecture to transfer our results to indigent people that lives near the railway brunch 14. The quantity of residual materials accumulated and the continuous production of them makes the system sustainable and, at the same time solves an ecological problem. Beside this, the project is in come producing and help to solve the seasonal unemployment of the Lerma Valley and Andes areas. The process studied is the production of constructive components for walls, partitions, panels, roofs and linings. The results are also transferred to Civil Engineering students. The produced material has a high quality level to be used in constructions for indigent people, laboratory test and costs are 50% lower than the current economic housing systems. Our previsions research results are attached.

Objectives proposed:

1) We intent to apply technologies to overcome the unemployment optimize investments and quality transfers the results with intensive manpower characteristic of the users, respecting their customs and cultural rules on raw materials of low cost like natural and volcanic earth, clays, lands like in industrial or forest residual in constructive component. 2) We request to discuss without intermediation access to National and International funds to sectors of indigent people. We request the support of Municipalities and Universities (excluding private industry). 3) We suggest to speed up the patent systems for technology approval of components and verification of prototypes, between the Specify Organizations and Universities or similar research Institutions.

EXTRACTO Y CONTENIDOS SIGNIFICATIVOS, DETERMINANTES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

Conociendo la realidad de la región NOA de sus riquezas naturales, fundamentalmente, forestales, siderúrgicos y mineros, y que los residuos que producen las industrias en su explotación, no son utilizados, por el contrario en la mayoría de los casos son acopiados a cielo abierto sin control sobre efectos negativos al medio ambiente, a los que se agrega la necesidad de encontrar soluciones económicas en el área de la construcción pa-



ra superar el déficit habitacional, son las razones que nos impulsa a desarrollar una tecnología constructiva simple a partir de la utilización de los desechos industriales como materia prima de bajo costo.

Síntesis del tratamiento de la tierra boratada y conclusiones de resultados:

Acopio de materia prima: La tierra boratada se acopia en piletones cubiertos para transferencia en los nidos de trabajo previstos sobre acopio. Granulometría: Con granos finos pasante T.N° 10 y retenido T.N° 100 para ladrillos, tejas y mosaicos (Ver imágenes). El grano grueso pasante T.N° 4 retenido T.N° 10 para bloques solamente. Previo tamizado. Modulo de Fineza: Agregado fino y grueso respectivamente 2,08 y 2,64. Dosajes pasta básica: Relación en volumen (1-5), entre, aglutinante – tierra boratada y agua-cemento de 0,5. Resistencia a la compresión: En probetas de 36 kg/cm². Los mampuestos del prototipo fue de 12 kg/cm² sobre los 10 kg de la Norma, los últimos ensayos indican valores de 23 y 32 kg/cm². Comportamiento ignífugo: El material no se disgrega ni arde a 400 °C. Análisis Químicos de Solubilidad: Arrojan resultados que cuantifican una retención del material soluble dentro de la pasta sólida entre el 85 y 95 %. Aditivos: Con específicos, obtuvimos mayor enclaustramiento del material. Pesos y Pesos Específicos: Un bloque pesa entre 12 a 13 kg. El P.E. de la pasta de ladrillos, tejas y mosaicos es del orden de 1,6 a 1,9 grs. /cm³. Técnica de elaboración: Es simple, no requiere maquinas complejas, ni etapas que dificulten su control, esta al alcance de operarios sin especialización. El desmolde es inmediato y el curado y fragüe, bajo carpa plástica negra, se realiza después de las 1ras. 24 horas mediante rocío. Dimensiones elementos constructivos: Las medidas en cm. son; bloques 20x20x40, ladrillos 20x10x5 y las baldosas 15x15 de 2,5 de espesor y las tejas 2,5x5x1, primera etapa para la ejecución del prototipo (ver imagen) Forma de colocación: Todos los componentes se colocan con una fina capa de mortero cementicio y arena mediana o tierra seleccionada s/ zona. Advertencias comportamientos del hierro en H°A°: La tierra boratada y cementada, como bloques o morteros, no debe estar en contacto con el Fe, la exigencia de Normas es de 0,25 cm. de recubrimiento (Ver imagen). Espacios de trabajo artesanal: En zona de acopio con obreros capacitados. Equipamiento: El plantel de equipo y herramientas es simple sin tecnología especial y lo provee el Municipio o la Empresa para apoyar a los usuarios. Acción social de la Empresa: Ceder espacios en comodato al Municipio o a grupos organizados de usuarios en las áreas del desechos, por ahorro de transporte, y control técnico de todo el desarrollo de bloques y ladrillos. Usuarios potenciales: Familias, instituciones del Ramal C14 y V. de Lerma. Transportes de componentes: La Empresa distribuirá el material ejecutado por usuarios en obrador, como apoyo gratuito, en camiones vacíos que traen materia



prima de la zona minera del Tincalayu (Depto. de Los Andes) Acción social de los Municipios: Deberían detectar con Visitadoras Sociales los usuarios carenciados que serían los primeros beneficiarios. Financiamientos, subsidios y créditos de fomentos: Es posible que los Organismos Sociales Nacionales dispongan de fondos pertinentes a través del Municipio o de O.N.G. o Cooperativas y Universidades. Participación de Organismos Oficiales de apoyo: La Secretaría de Industria de la Provincia se muestra interesada en apoyar la experiencia y es necesario que la Secretaría de Medio Ambiente participe en los controles pertinentes a partir de los informes de la Empresa y de la Universidad. Patentamiento U.N.Sa. – Empresa: Sugerimos la necesidad de patentar el emprendimiento a los efectos de evitar una utilización masiva de Particulares o Empresas, sin las advertencias de ejecución, manipuleo y resistencia definidas y condiciones específicas de las transferencias.

JUSTIFICACIÓN DE LAS PONENCIAS PRESENTADAS AL EVENTO

Como producto de nuestra experiencia con residuos asimilables por el tipo de fragüe a la tierra cruda, nos permitimos poner a conocimiento de este Evento las últimas experiencias realizadas por el equipo, en el marco del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional en el Proyecto 1204 vigente, que dirige el Ing. Castro Vidaurre en el ámbito de la Facultad de Ingeniería de la U.N.Sa. y del Instituto de Ingeniería y Medio Ambiente de nuestra Universidad, que fundamentalmente apunta a discutir estas tres ponencias que solicitamos ponderar y aprobar para ponerlas a consideración de las Organizaciones Específicas Internacionales y del MERCOSUR, Gobiernos Nacionales, Provinciales o Municipales en las áreas de influencia de los asistentes a este Seminario Iberoamericano, donde la existencia de materiales de desechos mineros, tierras volcánicas y forestales, se asimilen en la Región, a los productos de tierra cruda, con tecnologías para muros, estructura de cubiertas y revestimientos.



**TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EJECUCIÓN DEL
PROTOTIPO - MOMENTOS REPRESENTATIVOS DEL DESARROLLO**

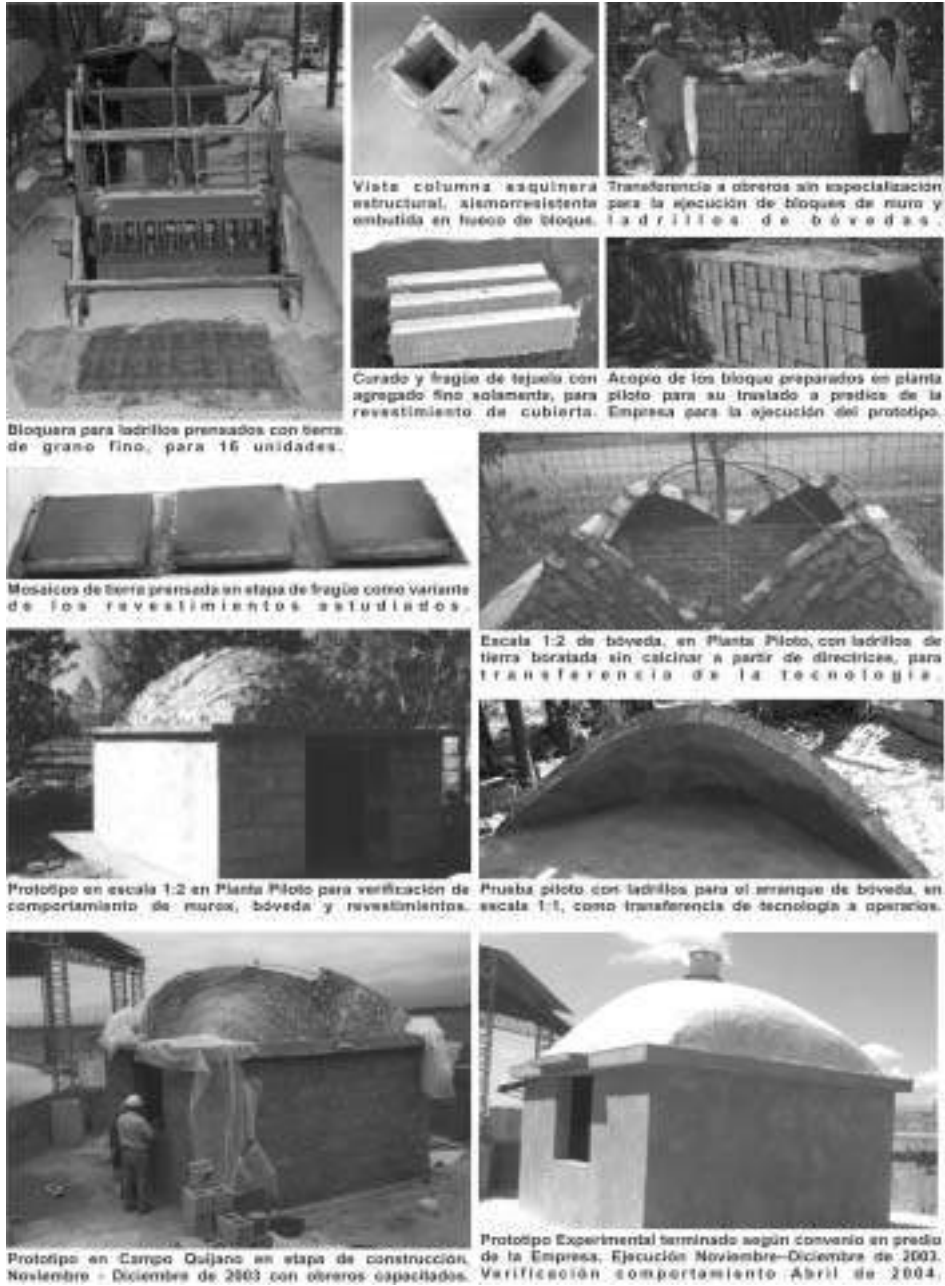


Figura N° 1

INFORME ÁREA ESTRUCTURAS

La elaboración del Proyecto de la Estructura resistente para el edificio, que se construyó como Prototipo Experimental, se realizó sobre la base del análisis de todas las alternativas posible de solución. La factibilidad de los mismos requiere una concordancia con los objetivos de nuestro trabajo de investigación, o sea como mínimo, que satisfaga las siguientes condiciones de diseño: 1) Materiales empleados disponibles en la zona y/o de adquisición económica. 2) Transporte mínimo de materiales y/o de elementos prefabricados. 3) Versatilidad de formas y dimensiones posibles. 4) Compatibilidad y adaptación con todos los elementos constructivos con los que se vincula. 5) Propiedades físico-mecánicas. 6) Flexibilidad para ampliaciones y/o modificaciones. 7) Tecnología sencilla de ejecución en obra (preparación, montaje, uniones, empalmes, etc.). 8) Construcción sin el empleo de mano de obra capacitada ni de equipos especiales. 9) Requerimientos mínimos de trabajos de protección y/o mantenimiento. 10) Mayor rapidez de ejecución. 11) Verificación suficiente de resistencia y seguridad de estabilidad exigidas por las Reglamentaciones vigentes y/o sus análogas desarrolladas por el equipo.

Por comparación se seleccionó al Proyecto que presenta mayores ventajas técnico-económicas, adoptándose al más conveniente. Las características y detalles del citado Proyecto se indican en los "Esquemas Estructurales" adjuntos, simplificados e indispensables para reconocer la experiencia.

Los principales aspectos favorables de dicho diseño estructural, resistente se describen a continuación: A) Material elaborado en base a materias primas disponibles y con proceso simple. B) Buena calidad con excelentes propiedades físico-mecánicas. C) Prácticamente no requiere trabajos de protección y/o mantenimiento. D) Gran adaptación al diseño del edificio por posibilitar elementos estructurales de diversas formas y dimensiones. E) La ejecución en obra es con tecnología sencilla sin mano de obra capacitada ni de equipos especiales. F) Las obras de la Fundación se realizan con excavaciones mínimas. La Platea cumple también la función de contrapiso e incluso hasta del piso (cemento alisado), admitiendo en cualquier momento la colocación de otro de mejor calidad. Además la forma y disposición de la viga de Fundación permite una buena unión con las losas de la Platea y de la vereda perimetral, también obtener fácilmente los desniveles de los pisos. Por último simplificar la ejecución de las capas aisladoras aumentando su efectividad. G) Las columnas se ubican en los huecos de los mampuestos, por lo que actúan como encofrados perdidos y simplifican su realización en obra. H) La viga superior con sección rectangular puede



disponerse de tal manera que posee similar capacidad resistente en correspondencia a las direcciones de las cargas solicitantes y al mismo tiempo ser aprovechada como alero perimetral. I) Estructura de cubierta resuelta mediante una bóveda de doble curvatura, construida con mampuestos acostados, aprovechando la resistencia a compresión de los mismos. J) Globalmente se conforma una estructura basada en Pórticos de H^ºA^º rigidizados con paños de mampostería, que presenta una capacidad suficiente para asegurar la estabilidad que requiere esta obra experimental.

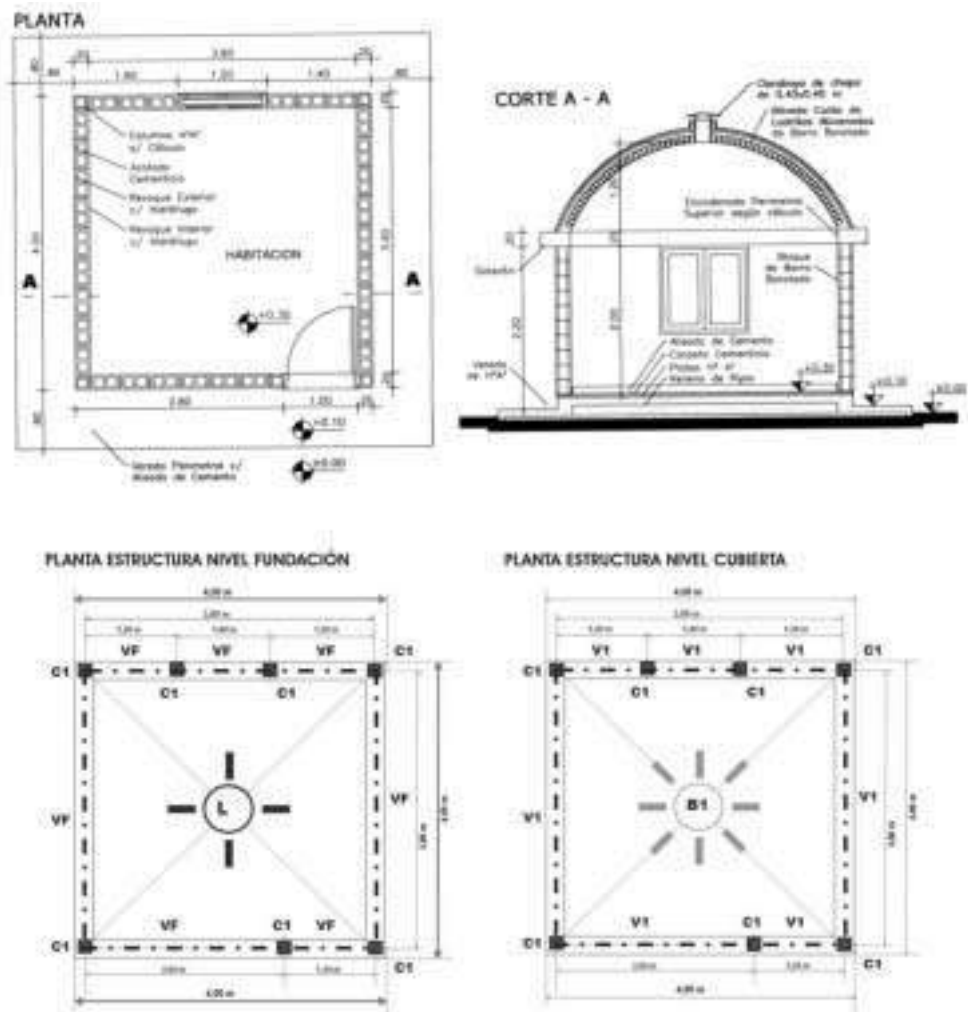


Figura Nº 2



TRANSFERENCIAS DE TECNOLOGÍAS A ALUMNOS DE 5^o AÑO

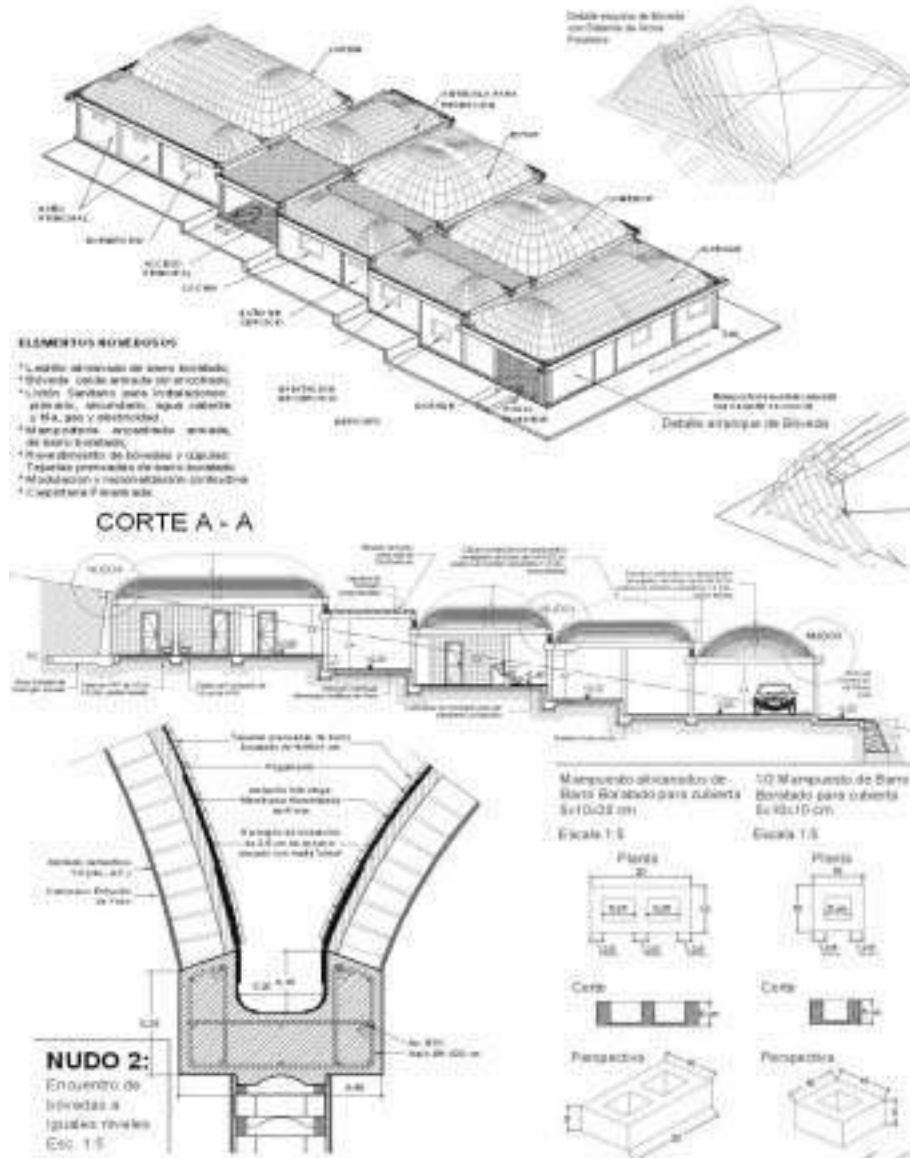


Figura N° 3

Adaptación de un proyecto, entregado por la Cátedra, teniendo en cuenta los conceptos de modulación y racionalización constructiva con un sistema no tradicional, como trabajo practico (extracto) de la asignatura "Elementos

del diseño" con bloques encastrados y ladrillos alivianados de tierra boratada (descarte industrial) para muros y cubiertas. *Alumno J.A. Sajama.*

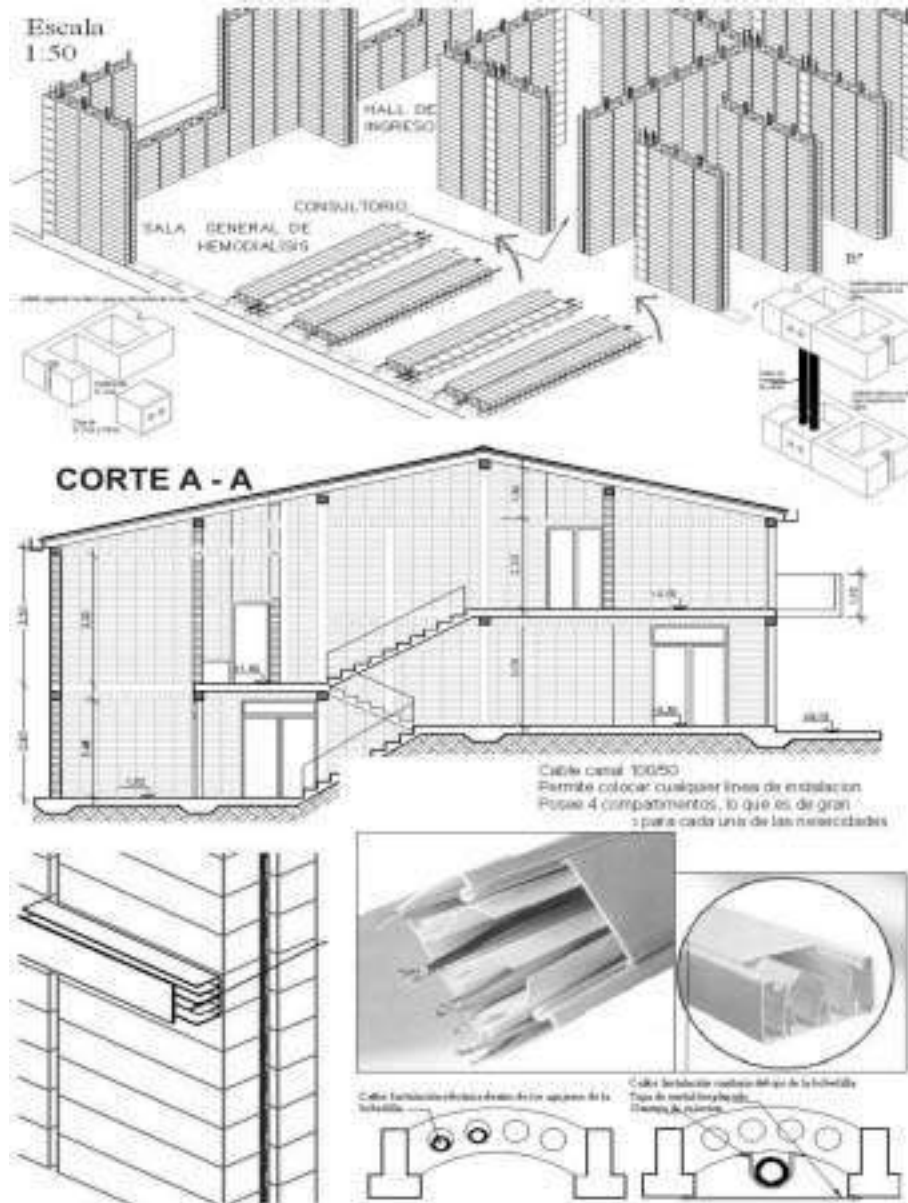


Figura N° 4

Extracto de Trabajo Práctico: Aplicando los conceptos de modulación y de racionalización constructiva en un proyecto entregado por la cátedra, utilizando listones encastrados y armados de bloques prensados en frío de tierra boratada, ladrillones alivianados (desechos mineros) para techos y entepiso y cubiertas con bovedillas sin encofrados con estructura de fácil armado y mano de obra no especializada. *Alumnos: L. Anfossi - Peyrano.*

EXPERIENCIAS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y POST-USO



Figura Nº 5

Prototipo Oficina: Empresa Constructora en Salta Capital. (Zona superior).
Prototipo Vivienda Rural: En Salta Forestal. Chaco Salteño (Zona central).
Prototipo Departamento Sanidad: En Castañares. U.N.Sa. (Zona inferior).



Los prototipos se ejecutaron con bloque patentado (muros-techos) y columnas perdidas de H° A° en 1er. prototipo, en el 2do. de madera y el 3ro. de chapa cementada. En el 1er. prototipo se utilizó como viguetas descartes de correas metálicas en V para sostén de bloques alineados, en el 2do., viguetas de madera prearmadas para sostén del mismo bloque, y en el 3ro., viguetas de hormigón armado con el 50% de escorias reemplazando al cemento, y bovedilla de tres bloques entre viguetas. Los bloques (muro y techo) son de: viruta de cedro el 1ro., de quebracho el 2do. y mixta el 3ro. La imagen muestra un excelente estado de post-uso.

PONENCIAS

La 1ra. ponencia apunta a coadyuvar el problema habitacional de sectores carenciados de bajos ingresos con manos de obra intensiva de los usuarios y con sistemas tecnológicos a partir de desechos como componentes asimilables a la tierra cruda, materia prima sin costo que permitiría superar hasta un 50% el costo de los espacios habitables, utilizándolos como componentes constructivos básicamente de muros y techos, minimizando los valores actuales de las viviendas económicas, realizadas en el marco empresarial, con economías indicada por unidad constructiva. Los Municipios deberán ocuparse, con créditos de fomento, a controlar y proveer los materiales complementarios (andamios, materiales eléctricos, sanitarios y otros) con provisión no accesibles a los interesados.

La 2da. propuesta apunta a solicitar a los Organismos Financieros Internacionales o Nacionales Específicos el Contralor Tecnológico y la transferencia de fondos para atender las construcciones de espacios habitables para estos sectores carenciados y se vinculen directamente con los mismos sin la participación de intermediarios que encarecen las construcciones, que deberían, en todos los casos, contar con soluciones tecnológicas apropiadas y apropiables por los beneficiarios, respetando sus pautas culturales, usos y costumbres, con posibilidades de ampliaciones, sin quedar cautivos de Sistemas Empresariales que no puedan acceder. Las Universidades y Organismos sin fines de lucro pondrían a disposición las investigaciones para el sector, previo acuerdo.

La 3ra. ponencia, se refiere a la necesidad que las investigaciones socio-económicas aplicadas, de las Universidades a través de sus Instituciones pertinentes, sean evaluadas por los Organismos Públicos Específicos, a partir de verificaciones de componentes y/o prototipos en escala natural, eventualmente financiados por estos Organismos de contralor como trans-



ferencia de tecnologías a los usuarios, que aportarían la mano de obra como capacitación, participando los Municipios en las áreas donde los residuos naturales o industriales, permita su transformación racional a partir de sistemas patentados o no. La obtención de las patentes sobre estos materiales, deberían también, coordinarse entre Universidad, Organizaciones sin fines de lucro y/o las Instituciones Otorgantes, con mayor agilidad, que los complejos tramites técnico-administrativos actuales

Autores

Emmel Castro Vidaurre: Ingeniero en Construcciones. U.N.Sa. 1981. Profesor Adjunto Regular de las asignaturas: C. Metálica y Madera-Mecánica de Suelos, en varios periodos y actualmente de Geotecnia II de la Facultad de Ingeniería de la U.N.Sa., con carrera docente continua, iniciada en 1978. Actualmente es Director del Proyecto de Investigación 1204 y fue codirector de los proyectos 90-264-395-558-864-875 del Consejo de Investigación de la U.N.Sa. Es actualmente Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la carrera homónima y fue Director en otros periodos, también es, al presente, representante docente titular en el Consejo de Investigación de la U.N.Sa., está categorizado II en el Programa de Incentivos docentes. Fue secretario Académico, Vice-Decano y Decano de la Facultad de Ingeniería respectivamente en los periodos del 1986 al 2001. Realizó importantes trabajos profesionales de su especialidad en Estudios de Suelos y Fundaciones en forma Privada y en el marco de la U.N.Sa. con Empresas Internacionales y Nacionales. Tiene publicaciones y asistencia a Congresos, Simposios y Cursos de Especialización Internacionales, Nacionales y Locales.

E-mail: ecastro@unsa.edu.ar - Teléfono: (0387) 4250968.

Antonio Mauricio Pellegrini: Arquitecto 1959. F.A.U.- U.N. de Tucumán. Carrera docente de J.T.P. por Concurso Regular hasta Profesor Consulto de la U.N.Sa. a cargo de cátedras Elementos del Diseño y Construcción de Edificios (1974-2003). Categoría I Incentivo Docente. Director de Investigación desde 1983. Jurado de concursos y evaluador de categorizaciones e incentivos, varios periodos. Titular del C. Superior de la U.N.Sa. y del C. Directivo de la F. de Ingeniería y del CIUNSA. Miembro de la C. Municipal Honoraria de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano por U.N.Sa.. Presidente de la Federación Argentina de Sociedades de Arquitectos y de la Sociedad de Arquitectos. Vice-Presidente del Colegio de Arquitectos. Asesor de Empresas Constructoras y Bancarias. Profesional Activo desde 1960. Socio Honorario de las Asociaciones de Arquitectos de Brasil, México y Paraguay. Director y Presidente del Instituto de Vivienda y Pro.Vi.Po. Mención de Honor y premios en concursos Nacionales y Regionales. Especialista en Vivienda Social. Trabajos publicados y presentados en Congresos, Simposios y Revistas Nacionales e Internacionales.

E-mail: antonioimpellegrini@hotmail.com - Teléfono: (0387) 4216133.

Leonardo Serapio: Ingeniero en Construcciones. F. de Ing. U.N.Sa. 1988. Antecedentes Docentes: Auxiliar docente 2° categoría en; Física (1982)-Mecánica de Suelos (1986-1987). - Jefe de Trabajos Prácticos, interino (1991-1998). - Jefe de Trabajo Práctico, regular (1998 a la fecha). - Jefe de Trabajos Prácticos, regular (2001 a la fecha). - J.T.P. en cursos a Ingresante Todos en la Facultad de Ingeniería (U.N.Sa.). - Jefe de Trabajos Prácticos en Matemática I (1995-1998), Fac. Cs. Exactas. - Profesor Titular en Construcciones Complementarias y Estática y Resistencia de Materiales en la Esc. Ed. Tec. N° 5140. Becario Integrante de Investigación en el Consejo de Investigación U.N.Sa. (1985-1988), en Proyecto N° 90 y 264. - Auxiliar en Investigación en los Proyectos N°: 395, 558, 864, 875, 1204. (1993 a la fecha). Publicación, asistencia y expositor en Congresos y Eventos Técnicos sociales Internacionales, Nacionales y Locales de 1992 a la fecha. Es también Corresponsable del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería. E-mail: Iserapio@unsa.edu.ar. Teléfono: (0387) 4342760.



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Jorge Ariel Sajama: Estudiante Ing. en Construcción-Civil. U.N.Sa. Auxiliar Docente de 2º categoría en la cátedra Construcción de Edificios (2003 a 2005) con extensión de función en la cátedra Topografía y Geodesia; Adscripto en la cátedra Hidráulica Aplicada. Becario del Consejo de Investigación (2004 – 2005). Participación en los Concurso de Modelos Estructurales organizados por la A. I. E. (2002), y la Fac. de Ingeniería, U.N.Sa. (2003), obteniendo en este último, el primer lugar. Colaboración en el Proyecto de Investigación 864 y 875 (2001 y 2002) y en el Laboratorio de Estructuras de la Fac. de Ingeniería, U.N.Sa., realizando ensayos no destructivos en elementos estructurales. Participación en el Proyecto de Investigación N° 1075: "Mitigación de Desastres en el Sector Educativo de la Provincia de Salta, a través de la reducción de la Vulnerabilidad Sísmica Funcional" (marzo y abril de 2004). Cursos de Perfeccionamiento varios. Actualmente rindiendo las últimas materias de la carrera. E-mail: jorgesajama@yahoo.com.ar. Teléfono: (0387) 4257460.



VIVIENDA DEMOSTRATIVA POR AUTOCONSTRUCCIÓN PARA PUESTEROS DE GANADO CAPRINO EN EL DEPARTAMENTO DE 25 DE MAYO

Arq. Arturo Pereyra- Arq. Alejandra Dubos- Arq. Alicia Pringles- Ing. Mary Saldívar- Arq. Norma Merino- Arq. Osvaldo Albarracín- Arq. Irene Blasco

RESUMEN

Este trabajo presenta la construcción de una vivienda con la aplicación de un sistema constructivo desarrollado en el IRPHa, basado en la realización de mampostería de suelocemento comprimido armada, con mampuestos ejecutados "in situ" mediante el uso de una prensa manual IRPHA RAM (diseñada en base a un modelo de CINVA RAM), y bloques sanitarios ejecutados "in situ".

La materialización de dicha vivienda pretende, como efecto demostrativo el uso de un sistema que capitalice prácticas constructivas propias de las comunidades rurales, utilice materiales de la región con bajo nivel de industrialización, que minimice gastos de transporte, simplifique procedimientos constructivos, y su posible replicación por puesteros de 25 de mayo.

INTRODUCCION

Este trabajo consiste en la construcción de una vivienda taller. La vivienda será destinada a cubrir las necesidades habitacionales de una puestera y Artesana llamada Herenia Moyano. Esta artesana sanjuanina es Maestra de artesanos. Su especialidad son los TEJIDOS TRADICIONALES, ponchos, frazadas, etc. en telar con lana de oveja hilada a mano. La calidad de su labor ha sido reconocida a nivel nacional e internacional mediante la obtención de premios como la Copa Chanllenguer que otorga la Sociedad Rural Argentina (1988), Premio de Artesanías para América Latina y El Caribe, FIART La Habana, Cuba, Gran Premio Orígenes (1999), etc y el Gran Premio UNESCO (2001) como así también fue declarada Ciudadana Ilustre por la Honorable Cámara de Diputados y recientemente el Primer Premio Feria de Artesanías de Córdoba FECOR.

El valor de su producción artesanal ha merecido un reconocimiento tal que sus trabajos han llegado a ser expuestos en el Museo de la UNESCO en París, Francia.

Su modesta casa- taller, como la de otros puesteros de ganado caprino de la región, se encuentra localizada en una zona rural inhóspita de este departamento. Su acceso es dificultoso ya que se debe tomar por una huella de tierra desde la Ruta 20, altura km 505, 7 km hacia el norte.



La Subsecretaría de Cultura a través de su titular Sr. Luis Eduardo Meglioli solicitó al IRPHa -Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat- de la Facultad de Arquitectura de la UNSJ el asesoramiento para la materialización de una nueva vivienda- taller, que contemple las necesidades básicas de esta Artesana que constituye un orgullo para la provincia.

Es así como se firmó un Acta Complementaria entre la Subsecretaría y la Fundación de la Universidad Nacional de San Juan, que compromete el asesoramiento y la asistencia técnica para la realización del Proyecto y Construcción de una vivienda- taller destinada a la Artesana, con inclusión de tecnología no tradicional susceptible de ser replicada por otros puesteros de ganado caprino de este departamento.

Por las condiciones que presenta esta artesana debido a su avanzada edad y a la ausencia de familiares y vecinos cercanos, la subsecretaría se comprometió entre otras cosas aportar la mano de obra.

La construcción de dicha vivienda taller incorpora la utilización de un sistema constructivo, basado en la realización de mampostería de suelo cemento comprimido armada con mampuestos ejecutados "in situ" mediante el uso de la prensa manual desarrollada en el IRPHa.



Fig. 1: Vivienda actual de la artesana.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

- Contribuir al mejoramiento de las condiciones del hábitat de los puesteros de ganado caprino del departamento de 25 de Mayo.
- Utilizar la construcción de dicha vivienda como modelo demostrativo de aplicación de tecnología susceptible de ser replicada por otros puesteros del Departamento.
- Fomentar el uso de tecnologías apropiadas para la construcción con uso de materiales de la zona.
- Capacitación de los pobladores en el uso de sistemas constructivos alternativos en el mejoramiento de la vivienda en los aspectos de habitabilidad y seguridad (sismos).
- Promoción de la organización comunitaria para la autogestión y generación de capacidades locales.

METODOLOGIA DE TRABAJO

Se utilizó como metodología de trabajo el "Paradigma interpretativo", siguiendo los pasos de la investigación-acción, que parte de la realidad para llegar a la formulación de teorías. Se realizó un diagnóstico participativo mediante la discusión con las personas involucradas, se le transmitió a la artesana una base informativa sobre las posibilidades de mejora de su hábitat, se trabajó con el personal aportado para la apropiación de la idea y del sistema.

Las diferentes etapas del proyecto se corresponden en general con las de una obra ejecutada mediante sistemas convencionales, que se articularon con instancias didácticas para la capacitación de los potenciales usuarios del sistema en la materialización de sus propias viviendas. Dado que el desarrollo del proyecto está condicionado al suministro de materiales y mano de obra por parte de la Dirección de Obras Públicas, el plan de trabajos se adapta a las disponibilidades de este organismo.

ESTRATEGIAS

Las estrategias que se tienen en cuenta para llevar a cabo este proyecto son las siguientes:

- Articulación entre los diferentes tipos de instituciones intervinientes en la problemática, facilitando los trámites legales y burocráticos.
- Involucramiento efectivo de los futuros usuarios a través de prácticas participativas, tales como reuniones comunitarias de discusión,



cursos informales de capacitación y trabajo en equipo para la autoconstrucción.

- Promoción de la organización comunitaria para la autogestión y generación de capacidades locales.

ACTIVIDADES DE GABINETE

Las tareas que se programaron se detallan a continuación:

- Análisis de las características físico-mecánicas del suelo de la zona y la resistencia de los mampuestos obtenidos mediante la realización de ensayos.
- Diseño de Vivienda-Taller que responda a los requerimientos espaciales propios de las actividades artesanales susceptible de ser ejecutada por autoconstrucción. Este proyecto incorpora el telar dentro de la vivienda permitiendo realizar las labores artesanales, resguardándose de las inclemencias climáticas.
- Elaboración de documentación Técnica sencilla de fácil interpretación.
- Asesoramiento Técnico para la ejecución de los trabajos durante la construcción de la vivienda.
- Supervisión Técnica de los trabajos.

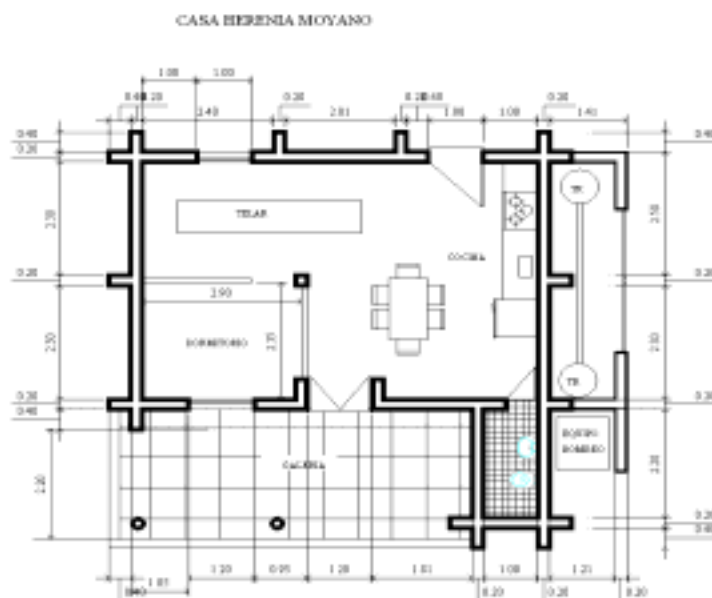


Fig.2: Planta de la Vivienda-Taller propuesta.



Fig.3: Modelo de la Vivienda-Taller propuesta.

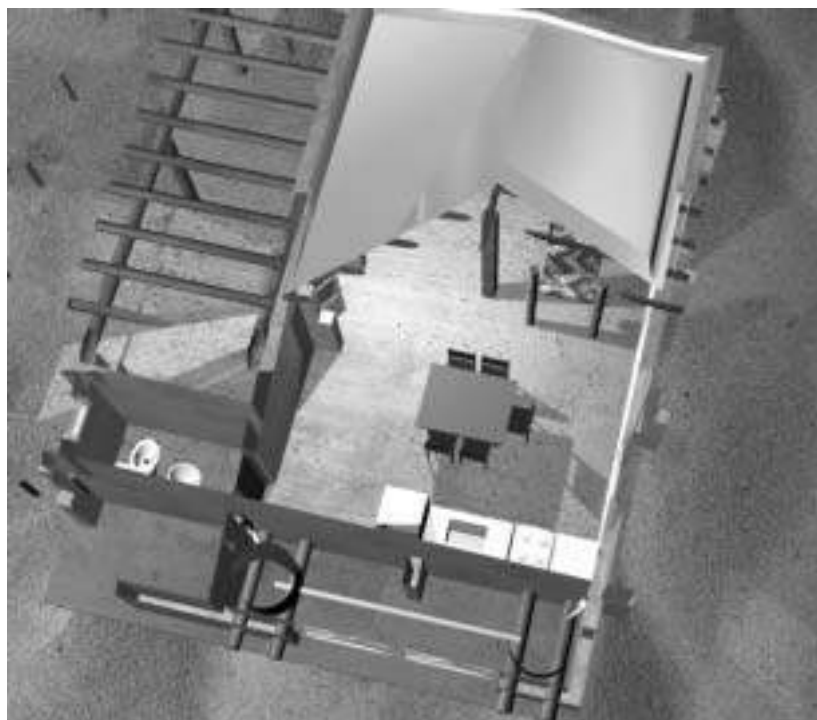


Fig.4: Modelo de la Vivienda-Taller propuesta – Vista Aérea

ESTADO DE AVANCE DE LA CONSTRUCCION

En este caso en particular la obra no se ejecuta por autoconstrucción sino que se trabaja con personal no capacitado dependiente del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la provincia de San Juan, debido a que la artesana Herenia Moyano no forma parte de un grupo familiar. Según las disponibilidades de este personal se han ejecutado los siguientes trabajos: Replanteo, Excavación de zanjas de fundaciones, Hormigón de limpieza, Armadura de zapata corrida, y Fabricación de mampuestos

Se mejoró la calidad de vida actual de la artesana con la instalación de un Panel solar obtenido mediante un subsidio otorgado por la UNSJ a través del Proyecto de extensión "Vivienda Demostrativa por Autoconstrucción para Puesteros de Ganado Caprino en el Dpto. 25 de Mayo" .Esto es importante debido a que la zona (de carácter desértico) no cuenta con agua potable ni energía eléctrica.



Fig.5: Asesoramiento Técnico – Uso de la IRPHA-RAM.



Fig.6: Etapa de excavación de zanjas.

CONCLUSIONES

Los criterios de éxito del proyecto guardarán relación con la efectiva materialización de la vivienda, la adopción del sistema por parte de otros puesteros de ganado, la promoción del mismo por parte de organismos oficiales (Municipios) y la obtención de conclusiones que permitan su mejoramiento. Por otra parte, desde el punto de vista de la investigación en el campo de la vivienda para los sectores de menores recursos creemos oportuno:

- Realizar relevamientos de las construcciones rurales espontáneas de cada región para establecer cuales sistemas constructivos son más aptos para su implementación.
- Implementar sistemas que incluyan la participación real de las comunidades desde la determinación de necesidades hasta la evaluación de las soluciones constructivas realizadas.
- Generar un sistema de difusión que informe sobre las posibilidades del uso de la tierra en la construcción de viviendas asociada a sistemas constructivos racionalizados entre los sectores sociales proclives a la autoconstrucción.
- Gestionar la sistematización y articulación de las investigaciones en el área de manera de contrarrestar la dispersión y falta de continuidad de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

Albarracín O.; Blasco I.; Hidalgo E. (2002). **VIVIENDA SOCIAL Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS**. Vivienda la Revista de la Construcción; Revista Vivienda SRL. Buenos Aires. Vol. 476; pp. 37-41; ISSN 0505-7981.

Amarilla B. (1992). **ASPECTOS ECONÓMICOS DE LAS TECNOLOGÍAS APROPIADAS**. *Anales LINTA 92*. Laboratorio de Investigaciones del Territorio y el Ambiente. Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Prov. de Bs. As. pp. 33-38.

Giuliani H. (1984). **ARQUITECTURA SISMORRESISTENTE**. Editorial FAUD-IRPHa. Merril A.; (1990).

CASAS DE TIERRA APISONADA Y SUELO CEMENTO. Editorial Winsor, Buenos Aires, Argentina.

Mitchell J., Arena A. (2000). **EVALUACIÓN AMBIENTAL COMPARATIVA DE MATERIALES MAMPUESTOS APLICADOS EN MUROS DE VIVIENDAS EN REGIONES ARIDAS ANDINAS**. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ASADES, Salta, Argentina. Vol. 4, N° 1, pp. 05.87-05.92. ISSN 0329-5184.

Oswaldo Albarracín, Irene Blasco. (2001). **DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN ZONAS RURALES ARIDO-SÍSMICAS: PROPUESTA INTEGRATIVA EN LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA**. Resúmenes del V Congreso ARQUISUR, Santiago de Chile, pp. 35.

Autores

Arturo Pereyra: Arquitecto. Profesor Jefe de Trabajos Prácticos de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNSJ. Docente en las cátedras de Instalaciones y en la asignatura electiva Diseño Bioclimático. Investigador en el área tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat IRPHa FAUD

Alejandra Dubos: Arquitecta. Profesor Jefe de Trabajos Prácticos de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNSJ. Investigador en el área tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat IRPHa FAUD

Alicia Pringles: Arquitecta. Profesor Jefe de Trabajos Prácticos de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNSJ. Docente en las cátedras de Computación Gráfica 1 y 2 de la Carrera de Diseño Gráfico de la FAUD. Investigador en el Área Tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat IRPHa FAUD – UNSJ.

Mary Saldívar: Arquitecta. Profesor Adjunto de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNSJ. Docente en las cátedras de Estructuras I de la Carrera de Arquitectura de la FAUD. Investigador en el Área Tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat IRPHa FAUD – UNSJ.

Norma Merino: Arquitecta. Profesor Jefe de Trabajos Prácticos de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNSJ. Investigador en el Área Tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat IRPHa FAUD – UNSJ.



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

Oswaldo Albarracín: Arquitecto. Profesor Adjunto de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNSJ. Investigador en el Área Tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat IRPHa FAUD – UNSJ.

Irene Blasco: Arquitecta. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. UNSJ. Investigador en el Área Tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat IRPHa FAUD – UNSJ.



TEMA 6

ARQUITECTURA DE TIERRA:

EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN DE RECURSOS HUMANOS



UNA EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA CURRICULAR LA CONSTRUCCIÓN EN TIERRA

Arq. Duilio Amandola - Arq. Mauricio Gutiérrez Porley

RESUMEN

El curso de Construcción II de la Facultad de Arquitectura del Uruguay, desarrolla una experiencia pedagógica denominada "Taller de Construcción", innovando el proceso enseñanza-aprendizaje.

La propuesta amplia en el estudiante las capacidades para abordar soluciones alternativas a "problemas" técnicos que presenta la Arquitectura.

Los aspectos más radicales del trabajo consisten en introducirlo en el conocimiento de la producción "no convencional", con incorporación de "prácticas", posibilitándole pasar a un grado superior de profundización, participación y desarrollo personal.

El acceso al conocimiento de distintas alternativas tecnologías de producción, gestión, vínculo con el medio y enfrentamiento con las dificultades de la constructibilidad es puesta en práctica en prototipos, generándose las condiciones apropiadas para desarrollar la autonomía del estudiante.

El objetivo es desarrollar capacidades para viabilizar la arquitectura, teniendo en cuenta las exigencias de su materialización.

Al concepto de diseño determinado por las exigencias de la función, composición, etc. incorporamos el de "proyecto como proceso integrador" impuesto por la materialización, con el objetivo de lograr una arquitectura adecuada a los recursos y necesidades de la población, contribuyendo a mejorar su calidad de vida. La capacitación se desarrolla en el marco de la resolución de problemas, mediante selección y aplicación de alternativas tecnológicas, tanto convencionales como innovadoras.

Contenidos:

Conocimiento de tecnologías "duras" sistemas materiales y tecnologías "blandas" sistemas de gestión.

Abordaje de "exigencias" derivadas de diferentes contextos socioeconómicos, culturales, ambientales y de materialización, durabilidad, viabilidad económico-productiva.

Conocimiento de "distintos criterios de selección de tecnologías".

Incorporación del concepto de "constructibilidad", con apropiación y experimentación de una tecnología. En esta línea se abordan distintas técnicas de construcción en tierra, explicitando los soportes conceptuales que fortalecen su uso, confrontándolo con la de sus detractores.



El contenido de la exposición se centra en la experiencia de construcción en tierra realizada con estudiantes en la cooperativa de ayuda-mutua "Vaimaca".

ABSTRACT

The course of "Construction II" teaching in the college of Architecture from Uruguay, is developing a pedagogic experience called "practice construction" as an innovation in the process of teaching – learning.

The proposal or plan enhances in the students the capability of getting solutions in technical "problems" that architecture has.

The job's most radical aspects consists on introduce them in the knowledge of "non conventional" production, completing this with the incorporation of practical work, allowing them to get into a superior grade of deepness, participation and personal development.

The access to knowledge of different alternatives technologies of production, management, relation with the environment and lead with difficulties from construction, is put on practice in prototypes, making appropriate conditions to develop the student autonomy.

The objective is developing capabilities to make possible the architecture, getting the exigencies of materialization in account.

To the concept of design determined for function exigencies, composition and others we incorporate another, the "project as an integrated process" imposed for the materialization, with the objective to achieved an adequate architecture according to the necessities and economic situation of the population, contributing to improve the life quality. The training is making as a way of resolve problems, through selection and application of alternative technologies, as conventional as innovative.

Contents:

Knowledge of "hard" technologies material systems and "soft" technologies management systems.

Approach of "exigencies" concluding from different socio-economical, cultural and environmental context and from the materialization, durability, economic-productive viability.

Knowledge of "different criteria of technologies selection".

Incorporation of the concept of "construction", with research and experimentation of one technology.

On this line is produced the approach of different techniques of construction with soil, expressing on an explicit way the conceptual basis which reinforce his use, confronting it with his detractors.



The content of the exposition is focused on the experience of construction with soil built with students in a cooperative of mutual-help, called "Vaimaca".

INTRODUCCION

Se reconoce que el área y las asignaturas de nuestra disciplina implican el uso de mediadores culturales tales como el manejo de lenguajes informáticos, multimedia, sistemas expertos e innovadores; esto centra el desarrollo del aprendizaje en el *uso estratégico de la información*.

Se propone desarrollar los contenidos disciplinares en *espacios de reflexión individuales y grupales*, con trabajo en talleres estructurados mediante la aplicación de *aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales*.

Simultáneamente se plantea la necesidad de una contextualización del estudiante y los problemas a resolver, a partir de dos interpretaciones:

- Una vinculada a los requerimientos del mundo actual, que exigen del individuo una constante recalificación, *mayor capacidad de autoaprendizaje* y combinación de conocimientos teóricos-prácticos que potencialicen el desarrollo de la capacidad de *aprender a aprender*.
- La segunda relacionada con el *conocimiento preciso* de la situación y las múltiples exigencias *del problema a resolver*.

OBJETIVOS

A partir del conocimiento de los diferentes enfoques teóricos del aprendizaje se propone generar una *práctica innovadora*, de modo de brindar al estudiante el acceso a *estrategias de autoaprendizaje*.

Respecto a la orientación general nos ubicamos *como docentes instrumentadores de aprendizajes significativos*.

MARCO REFERENCIAL

Juan Ignacio Pozo - La enseñanza basada en el aprendizaje constructivista pone el énfasis en que los alumnos necesitan estar activamente implicados para reflexionar sobre su propio aprendizaje para realizar inferencias y experimentar un conflicto cognitivo o problema.

David Ausubel - Plantea el "aprendizaje significativo" como respuesta a las deficiencias de las aplicaciones ingenuas y espontáneas del aprendizaje por descubrimiento ("insight" de la Gestalt). Propone la realización de un diagnóstico inicial de los conocimientos del alumno, o "ideas previas".

Desarrolla la *observación evaluativa* sobre la transferencia o no de lo

aprendido a otras situaciones, dando lugar al inicio de una nueva secuencia de diagnóstico-aprendizaje-enseñanza.

Esto implica que el docente debe desarrollar:

- Profundidad y flexibilidad interpretativa de las ideas previas.
- Capacidad para crear situaciones de aprendizaje significativo.
- Bagaje de recursos pedagógicos para corregir sobre la marcha las interpretaciones inadecuadas de aprendizaje de los estudiantes.

DESARROLLO

Se integran a la práctica docente los conceptos desarrollados en el marco referencial, reformulando aspectos curriculares tradicionales y concretándolos en una propuesta que adapta los contenidos, coherentemente con los objetivos específicos.

Esto se explicita a través del siguiente modelo y guía de trabajo:

- Introducción y conceptos básicos generales.
- Conocimiento del mapa de alternativas tecnológicas (socialización de información).
- Conocimiento de las exigencias técnicas, de contexto y sus complejidades.
- Desarrollo de una metodología de evaluación.
- Aplicación del sistema para la selección de una tecnología apropiada y apropiable, a un proyecto de arquitectura preseleccionado (no es taller de proyecto).
- Fundamentación de los criterios adoptados, ajuste y discusión.
- Profundización de la información previa, datos específicos, estudio de ejemplos.
- Análisis y desarrollo de un detalle constructivo significativo.
- Ejecución de un modelo o prototipo.
- Reafirmación de conceptos, análisis y abordaje de conclusiones.

Exigencia en el dominio de técnicas de comunicación para la presentación final.

I. SABER HACER O EL ENFOQUE POR COMPETENCIAS

Que entendemos por "competencias": "una capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en conocimientos pero que no se reduce a ellos" (Perrenoud, 1990).

Construcción II mediante la actividad del **Taller del M2**, promueve la integración de un conjunto de competencias científicas, tecnológicas, técnicas y sociales que contribuyen al desarrollo integral de los alumnos, con la doble función de permitir la inserción en el medio social real y la estimula-

ción a la profundización del estudio.

En esta línea de pensamiento, *Juan Ignacio Pozo* plantea la importancia de

realizar cambios en el sistema educativo, porque detecta carencias importantes en lo que el denomina "*saber hacer*". Sostiene que la clase frontal, expositiva, donde los alumnos escuchan, toman apuntes y el profesor diserta, genera en el estudiante grandes dificultades para "movilizar" su conocimiento, lo que lleva a que olvide fácilmente.

Cuestiona el enseñar aspectos que no tienen ninguna utilidad para entender el mundo y el hecho de que los alumnos reciban conocimientos que posteriormente el profesor no les ayuda a procesar, los programas no necesariamente cumplen la función de incorporar y relacionar el conocimiento. Se debe entonces enseñar a *aprender a usar el conocimiento* desde la propia asignatura, a través de los contenidos procedimentales, mediante el saber hacer.

Define entonces el concepto de *estrategias de aprendizaje*, que difiere de las técnicas. Las técnicas dan rutinas, lo *procedimental* se integra a su aprendizaje, lo va a guiar en su proceso de aprendizaje.

La introducción del *enfoque por competencias* propone realizar un cambio de paradigma metodológico, curricular, programático y evaluativo, apunta al *saber hacer, enseñar a aprender*. Se propone colocar al estudiante en el vértice superior del triángulo didáctico, desplazando de dicha posición a los contenidos, por lo cual las clases no serán sólo transmisión de información, sino instancias reales de internalización de conocimientos, haciendo posible su aplicación a la solución de múltiples problemas de la vida cotidiana.

En este sentido es importante la diferencia que realiza *Juan Ignacio Pozo* entre **ejercicio** y **problema**: un *ejercicio* es algo rutinario, repetitivo; un *problema* es una situación relativamente nueva para la que hay que tener disponibilidad de conocimientos, movilizarlos y encarar su resolución de forma activa y creativa.

La educación debe orientarse a formar alumnos más autónomos, dándoles más *estrategias* que técnicas.

Desarrollar estrategias promueve la creatividad. Para llegar a esta modalidad primero el alumno debe recibir formación en rutinas y técnicas, las que generalmente se realiza en la formación pre-universitaria. Por ejemplo, se debe aprender a leer para luego leer para aprender, para acceder a conocimientos de forma autónoma.

Existen en la currícula estrategias generales y específicas, las generales tienen una función de transversalidad, ayudando a establecer una serie de habilidades útiles en cualquier contexto o situación.

Ciertas habilidades de carácter general afectan el aprendizaje de todas las materias, por eso es importante que los profesores trabajen estas áreas

comunes, sin buscar eludir la formación específica de una competencia en el sistema precedente o siguiente (por ejemplo saber leer, operar, etc.).

El *perfil general de egreso* del curso aspira a desarrollar las siguientes *competencias*:

- *Seleccionar, organizar, relacionar, interpretar* datos e informaciones, estructurados o no, para tomar decisiones frente a situaciones problemáticas.
- *Dominar lenguajes, métodos y principios* científicos, tecnológicos y técnicos que permitan operar sistemas específicos propios de su nivel y orientación.
- *Aplicar sus conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos* para analizar, diagnosticar y resolver problemas propios de su especialidad.
- *Relacionar informaciones y conocimientos* para elaborar dentro del marco lógico, propuestas e informes técnicos correspondientes al área de su disciplina.
- *Desarrollar el interés por la formación continua* para la capacitación en la aplicación de sistemas tecnológicos no convencionales.
- *Planificar, ejecutar, controlar y evaluar* distintos procesos del ámbito en que se desempeña.
- *Desarrollar el pensamiento creativo* y las capacidades para la incorporación, adaptación o generación de tecnologías en el ámbito de su competencia.
- *Desempeñarse con autonomía* en forma individual o en equipo, en ámbitos sociales, productivos y científicos.
- *Gestionar en forma eficiente y eficaz* el funcionamiento de la organización en que se desempeña.
- *Prever las consecuencias de sus acciones*, conociendo su rol profesional en el medio, en el marco de la ética y el compromiso social.

II. COMPRENDER ES RELACIONAR CON OTROS CONCEPTOS

La tarea docente para lograr los objetivos y desarrollar el *aprendizaje por competencias* debe partir de un análisis de contenidos curriculares y reconocer sus particularidades.

Toda fuente disciplinar tiene contenidos conceptuales propios, *Pozo* establece una diferencia entre tres tipos de contenidos: **hechos, conceptos y principios**.

Hecho es una información factual, puntual, un dato, y su aprendizaje se realiza por repetición.

Concepto es un conocimiento verbal, que debe ser comprendido, relacionado o reinterpretado en términos de otros conceptos.



Principio es una norma reguladora del proceso dinámico en el cual se generan los cambios.

Juan Ignacio Pozo reflexiona acerca de los contenidos curriculares en la

actualidad, y dice que aún prevalecen muchos datos; estos datos los denomina funcionales cuando ayudan a comprender y serán de aplicación en el futuro para ayudar a comprender otras situaciones.

Los alumnos deben aprender hechos y conceptos que les sean funcionales dentro y fuera del aula. Cuando enseñamos un procedimiento estamos enseñando una secuencia de acciones, además de estar enseñando datos y conceptos, comprender es relacionar con otros conceptos.

Uno de los problemas que persisten en la educación actual es que los alumnos estudian los conceptos como si fueran datos, o sea, repiten de memoria listas de información pero sin intentar entenderlas.

Lo que se entiende se olvida más lentamente, es más duradero y más transferible.

A veces también ocurre la situación siguiente: el alumno memoriza y el profesor no puede discriminar cual alumno ha comprendido y cual no, por la forma en que se realizan las evaluaciones, pidiendo listas, características y definiciones, esperando respuestas idénticas a las proporcionadas en clase. Si el alumno utiliza sus imágenes, aproximaciones, interpretaciones, el profesor podrá evaluar de modo diferencial la capacidad del alumno.

Los **criterios para organizar los contenidos** procedimentales son:

- 1- Definir los ejes procedimentales transversales de las diferentes áreas, o sea recursos, procedimientos, estrategias.
- 2- Los ejes están relacionados con la adquisición de información, como técnicas, estrategias o recursos, que ayudan a acumular información (ejemplo: subrayado, diccionario, Internet, bibliografía, búsqueda de sistemas constructivos, etc.).
- 3- Procedimientos dedicados a la elaboración o interpretación de la información (entrevistas, consultas técnicas a proveedores, al docente, etc.)
- 4- Análisis de la información y razonamiento: inferir nueva información a partir de otra, dar significado, organizar, tomar conciencia, realización de esquemas (organizar un archivo de información; elaborar esquemas, fichas, matrices comparativas de atributos).
- 5- Estrategias de comunicación de la información, recursos que emplea un alumno para presentárselo a otros, al docente o a un grupo social. Planificar las actividades, ponerlas en palabras, reflexionarlas. (elaborar informes, presentaciones, memorias, recaudos).

Estos ejes son transversales, en constante renovación y asociados a los conceptos y conocimientos del área.

Las estrategias de aprendizaje pueden ser un contenido transversal, para

que los alumnos realicen actividades relacionando diferentes asignaturas. Para mejorar el aprendizaje deberíamos enseñar menos y mejor, seleccionando los contenidos, trabajándolos más.

Todo acto de aprendizaje debe permitir y servir para evaluar, estudiante, docente y contenido.

III. EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN EL AULA

David Paul Ausubel desarrolla la teoría del aprendizaje significativo que se enmarca dentro de la línea cognitiva por su interpretación de los procesos de aprendizaje, centrado en el análisis del aprendizaje en el contexto del aula, distingue entre el aprendizaje mecánico y el significativo.

El primero consiste en el establecimiento de una relación arbitraria y no significativa entre el contenido cognoscitivo, la información y la estructura cognitiva del sujeto que aprende.

El aprendizaje significativo supone una relación significativa entre el *contenido cognoscitivo*, la *información organizada* en una estructura lógica, la *estructura cognoscitiva del sujeto*, sus *conocimientos previos* y una *actitud motivacional* que lo oriente favorablemente hacia el conocimiento calificado.

Otra categorización realizada por *David Paul Ausubel* consiste en el aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento. En el aprendizaje por recepción los contenidos y la información le llegan al sujeto ya estructurados. En el aprendizaje por descubrimiento el contenido debe ser reorganizado por parte del sujeto antes de que pueda asimilarlo.

IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Nuestra propuesta didáctica, busca estructurarse desde la perspectiva conceptual de la psicología del "aprendizaje significativo".

En concomitancia a tales propósitos, los que se fundamentan en el análisis precedente y en la búsqueda de fortalecer el proceso enseñanza-aprendizaje hemos diseñado la siguiente secuencia de trabajo.

OBJETIVOS

El alumno debe desarrollar capacidades que le permitan "resolver problemas", en particular los constructivos y más allá del sistema tecnológico empleado. Es decir, debe trascender el sistema modelo sobre el cual se

trabaja. La velocidad de los cambios y la accesibilidad a los avances científico-técnicos de directa aplicación en el área van a estar muy pronto a disposición de los que hoy son nuestros alumnos, planteándoles nuevos problemas. Por lo tanto lo que importa es aprender a construir las herramientas para resolver los problemas.

PROPUESTA

Esta consiste en el desarrollo de una metodología de trabajo por analogías, utilizadas estas como herramienta, para llegar finalmente a una síntesis del conocimiento. Se parte de un modelo real tomado del entorno inmediato, en este caso un grupo autogestionario transformado en cooperativa denominado "**Vaimaca**"(nombre Charrua).

Cuales son los conocimientos previos y la situación de contexto:

Los conocimientos vulgares que tiene el alumno y que se caracterizan por la heterogeneidad de experiencias y la abundancia de falsedades técnicas. La diversidad de tiempos y medios económicos de los alumnos para acceder a información de apoyo (bibliografía, Internet, transporte, etc.) e incluso abordar la compra de los materiales necesarios para la elaboración de los trabajos. El lenguaje técnico gráfico y/o escrito, la información sobre materiales, procedimientos y sistemas constructivos desarrollados por otras materias de la disciplina y en esta específicamente.

LA ACTIVIDAD ESPECÍFICA EN: "Vaimaca"

El trabajo sobre este contexto se inscribe en el Proyecto de Transferencia Tecnológica y Extensión firmado entre:

UREGH-COVIMA-MVOTMA-IMM-IPV-CONSTRUCCIONII-COOPVAIMACA

"Vaimaca" es un grupo autogestionario, organizado a partir de la iniciativa y solidaridad entre vecinos en condiciones de extrema pobreza, localizados en un predio baldío de aproximadamente 2 Ha. de la ciudad de Montevideo. Se trata de más de 20 familias básicamente de jóvenes y madres solas, que viven en carpas, autos abandonados y casillas de materiales de descarte.

La opción de construcción en tierra se plantea a partir de la convergencia de dos particularidades:

- Una adhesión del grupo a los principios éticos de uso de recursos renovables y no contaminantes para la construcción de sus viviendas.
- La ausencia absoluta de recursos económicos.

Proceso desarrollado entre estudiantes y cooperativa:

- Descripción de la génesis de este proyecto.
- Desarrollo de distintas alternativas de construcción en tierra.

- Presentación de la propuesta particular para la Cooperativa VAI-MACA.

Los docentes procuraran que los equipos desarrollen la alternativa propuesta, cuyo prototipo deberá instrumentarse en el propio lugar, esto exigirá como contrapartida la realización de un "instructivo" para la Cooperativa y un informe de **opinión** donde se evalúe la pertinencia de la propuesta.

El docente deberá lograr que cada equipo desarrolle una de las siguientes actividades:

- un ensayo de laboratorio para el modelo propuesto.
- un estudio de costos.
- un estudio estructural.
- un estudio de confort térmico.
- un caso innovador que permita ser presentado en el SEMPRE

DESCRIPCIÓN ANALÍTICA

Primer paso.

Se realizan exposiciones docentes sobre que sirven de base para las discusiones de los equipos así como para los seminarios de la siguiente etapa.

Posteriormente se trabaja en el **estudio de las técnicas constructivas no convencionales**, el universo de estas técnicas se divide en cinco "**familias**" **tecnológicas**, las que son adjudicadas a otros tantos Grupos de estudiantes. Cada Grupo aborda aspectos globales de la "familia" y particulares de al menos dos diferentes técnicas.

En consecuencia, en forma coordinada se trabajan los siguientes aspectos:

- 1) **Introducción:**
 - a) Identificación de la familia elegida, información general, antecedentes, etc.
 - b) Identificación de la técnica elegida.
- 2) **Registro de aplicaciones a nivel nacional**, indicando localizaciones, modos de gestión, actores involucrados, escalas de las obras, etc.
- 3) **Registro de evaluación del desempeño**, que realizan los diferentes involucrados directos: usuarios, aplicadores, gestores, creadores, proyectistas, etc. (reportaje a la realidad).
- 4) **Evaluación del estudiante** de las respuestas dadas a las **exigencias** de: Habitabilidad, Durabilidad física, Viabilidad económico-financiera, Viabilidad productiva, Viabilidad ambiental, Viabilidad socio-cultural.
- 5) **Registro de fuentes de información.**

El trabajo a presentar tiene las características de una monografía.

Resultados esperados:

- a) Desarrollo de una metodología para la búsqueda y elaboración de información.
- b) Conocer los recursos y procedimientos de una técnica no convencional al grado de realizar un corte constructivo.
- c) Experiencia directa en el medio con los actores involucrados en la gestión y producción; con los materiales y procedimientos.
- d) Capacitación para distinguir los condicionamientos que impone una técnica al proyecto y sus consecuencias.

Segundo paso.

El conjunto de los trabajos, evaluaciones incluidas, se presenta en **una exposición** para facilitar su conocimiento por todos los cursantes.

Para la **socialización de los conocimientos adquiridos**, se realiza un Seminario que implica al menos dos jornadas.

Finalmente cada equipo redacta las conclusiones a las que arriba respecto a cada una de las técnicas y viabilidad para la situación propuesta.

El trabajo a presentar tendrá la profundidad y formato de una conferencia: Se aceptan todas las modalidades y recursos de comunicación interactiva, papelografos, transparencias, Power Point, videos, etc. Se deja el registro de lo presentado.

Resultados esperados:

- a) Una visión sumaria de un conjunto de opciones técnicas disponibles.
- b) Capacitación para relacionar las exigencias derivadas de los diferentes contextos y su incidencia en las soluciones proyectuales y tecnológicas.
- c) Una iniciación a la metodología y a los factores que determinan la elección de una técnica adecuada a los diferentes contextos.

Tercer paso.

Se realizan exposiciones docentes en cada grupo sobre:

Presentación de los distintos contextos socioeconómicos, culturales y ambientales en que puede darse la materialización de construcción en general y de la vivienda en particular, las áreas de decisión y las posibles exigencias en esas áreas. En esta etapa los estudiantes realizan en forma individual la **propuesta técnica** correspondiente a un anteproyecto arquitectónico dado.

Trabajan con sus propios anteproyectos o con los suministrados por los docentes, en un **contexto** social, económico, físico, productivo, etc., tomados como determinantes al momento de resolver el problema desde el

punto de vista técnico, sin ocultar la existencia de otras formas de selección de tecnologías, como pueden ser las aleatorias o las fundadas en principios ideológicos.

La didáctica está basada en la orientación del trabajo con el enfoque del Taller. Es decir, se trata de utilizar al máximo las **correcciones colectivas**, a través de la exposición de los avances y la distinción de los puntos que sean de utilidad general, se promueve asimismo la participación del grupo estimulando los comentarios, aportes, etc.

Esta etapa culmina con una **propuesta** en Equipo:

- a) Se adelanta en una **preentrega** el trabajo final con la información requerida.
- b) Se realiza un **modelo o prototipo** a escala, que oficia de elemento de estudio.
- c) **Entrega final**, en láminas que contempla ajustes de la experimentación.

Resultados esperados:

- a) Manejo del proceso de análisis de las exigencias y recursos del caso estudiado.
- b) Incorporación de una metodología para la selección de la tecnología.
- c) Aplicación y administración de los conocimientos adquiridos para la resolución técnica atendiendo los sistemas de exigencias.
- d) Comprensión del concepto de constructibilidad, entendida como integralidad entre anteproyecto, proyecto y viabilización material.
- e) Expresión adecuada del proceso y los resultados.

V. OBSERVACION DE LA PROPUESTA EN ACCION

— *Motivación.* Fuera de las horas de clase los alumnos forman distintos grupos, planteándose la necesidad de diseñar y construir modelos a escala.

Clasifican la información que conocen y pasan a buscar en libros, folletos, revistas de arquitectura, Internet, preguntas a técnicos, etc., para mejorar la calidad de la información.

— *Conocimientos previos.* Tras haber analizado la información, deben elegir el prototipo a desarrollar entre una gran diversidad de situaciones.

Entregan un informe donde indican todas las ideas que han tenido, así como la fundamentación de la última decisión. El docente, tras el análisis del informe, propone preguntas que tratarán de ir delimitando el tema (función mediadora).

— *Búsqueda de información.* Ante las preguntas se plantea la necesidad



de realizar investigaciones sobre los materiales que utilizan y las relaciones entre otras asignaturas.

Para lograr esta información, han decidido solicitar datos complementarios a ciertas instituciones y empresas, así como a los asesores del curso.

— *Conflicto cognitivo y modificación de esquemas.* A partir de la observación, diseñan la propuesta seleccionada y realizan un plan de trabajo para llevar su tarea en forma ordenada: identificación, elección de materiales, herramientas, diseño y construcción, comprobación de funcionamiento y realización de un informe final donde consideran las dificultades encontra-

das y soluciones aportadas. En esta etapa realizan procesos de análisis y síntesis.

Funcionalidad. Aprender a aprender. Finalmente se propone la evaluación de lo realizado y la generalización del trabajo a otro tipo de sistemas constructivos.

VI. CONCLUSIONES

Apoyados en el "aprendizaje significativo" se fortalece la inserción del estudiante en el contexto nacional y regional, en la medida que adquiere las "competencias" que le permiten integrarse a un medio en permanentes y rápidos cambios, donde lo que se aprende debe poder utilizarse en otras situaciones, realizando la "transferencia".

Desde el punto de vista propedeútico las expectativas serían similares en cuanto a que ha obtenido herramientas para ajustarse a los cambios tecnológicos y comprender la importancia del aprendizaje permanente.

ANEXO GRAFICO



Foto1: Viviendas transitorias de la cooperativa para Experimentación.



Foto3: Propuesta tecnológica alternativa propuesta por estudiantes del curso.



Foto2: Propuesta de terminación interior con aporte de estudiantes y arquitectos en jornada de transferencia tecnológica (T.T.T.)



Foto5: Jornada de trabajo en una vivienda en Taller de Transferencia Tecnológica (T.T.T.) con participación de usuarios, docentes, estudiantes y profesionales



Foto4: Detalle prototipo desarrollado por los estudiantes del curso.



Foto6: Apropiación del usuario.

BIBLIOGRAFIA

- | | | |
|---|------|--|
| Ausubel-Novak-Hanesian | 1983 | UN PUNTO DE VISTA COGNOSCITIVO / Ed. Trillas – México / ISBN 9682413346 |
| Juan Ignacio Pozo-Ma. Del Puy-Jesús Domínguez | - | LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS / Ed. Santillana / ISBN 8429459197 |
| Juan Ignacio Pozo | | APRENDICES Y MAESTROS / Ed. Alianza – España / ISBN 8420677183 |
| D.Doat-A.Hays-H.Houben-S.Matuk-F.Vitoux | 1996 | CONSTRUIR EN TIERRA – Tomos IyII / CRAterre / Fondo Rotatorio Editorial / Tecnología apropiada y participación comunitaria / Trad. del Fr. C.E.Sánchez-C.A.Ospina |

III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

AUTOR

Duilio Amándola: Arquitecto. Actividad Docente: Exdocente del curso taller de Anteproyectos de Arquitectura. Profesor Titular (G° 5) de la Cátedra de Construcción II de la Facultad de Arquitectura de la República Oriental del Uruguay. Docente de la Universidad del Trabajo del Uruguay, Escuela Superior de la Construcción, dictando la materia "Alternativas Tecnológicas". Actividad Profesional: Exdirector de la Empresa Constructora RDH Ltda. Coordinador del Instituto de Vivienda para la Mujer, equipo técnico multidisciplinario. Director de Obras para la regularización del asentamiento Prado Español (Florida) y Sebastopol (Montevideo). Integrante de la Comisión Asesora de la Unidad de Educación Permanente. Integrante del Instituto de la Construcción "IC" de la Farq-UdelaR. E-mail: tallercon@farq.edu.uy

Mauricio Gutiérrez Porley:– Arquitecto. Actividad Docente: Docente (G°1) de la Cátedra de Construcción II de la Farq-UdelaR. Exdocente de Taller de Anteproyecto y Proyecto de Arquitectura (Taller Reverdito) de la Facultad de Arquitectura de la UdelaR. Exdocente de la Cátedra de Sociología de la Farq-UdelaR. Exdocente de la Cátedra de Introducción a la Teoría de la Farq-UdelaR. Actividad Profesional: 98/03 Desempeño de Tareas en empresa constructora R.D.H. Ltda. 99/03 Desempeño de tareas en Instituto de asistencia Técnica Hacer-desur. 01/02 Técnico asociado a ONG C.E.PLA.DE.S. 01/04 Desempeño de tareas en Instituto de asistencia Técnica I.V.I.M. Actividad Profesional Independiente desde 2001. E-mail: tallercon@farq.edu.uy

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN ARQUITECTURA DE TIERRA CAPACITACION Y FORMACION CONTINUADA

Raymundo Rodrigues F^o

Resumen

La capacitación de profesionales en el manejo de las técnicas de arquitectura de tierra, he sido una de las actividades hacia la sensibilización de formadores de opinión, y consecuentemente romper el paradigma del prejuicio impuesto por la dictadura de los materiales.

Abstract

The formation of the professionals in the knowledge on earthen architecture techniques, is one of the activities for the sensitize opinion formers, and break the paradigm impose for the materials dictatorship.

Introducción

El reciente interés por la utilización de materiales de bajo impacto, he contribuido para que las técnicas en tierra cruda sean percibidas como alternativas viables. Para la efectiva aceptación de la arquitectura de tierra, han sido necesario esfuerzos en el sentido de romper prejuicios que son alimentados, sobretodo, por monopolios que tienen el control del mercado de la construcción. La sensibilización y capacitación de profesionales y interesados en general, son maneras objetivas (fuerzas) de enfrentar tales pre-conceptos (amenazas), así, nuestro trabajo pretende mostrar algunos intentos (oportunidades) de transmitir experiencias en el manejo de las técnicas de la arquitectura de tierra.

Rescate del Conocimiento Milenario

Según el geógrafo y pensador brasileño Milton Santos, la humanidad he apropiado de sistemas y técnicas necesarias para su reproducción y para garantizar una vida digna, pero, el capitalismo en el intento de fomentar producciones en gran escala, ignorando aquellas soluciones originales, he adoptado modelos únicos, imponiendo un mismo padrón técnico y tecnoló



gico hacia toda la población del planeta, sin tener en cuenta la diversidad social, cultural y climática. El contrapunto a la idea de la masificación es el entendimiento conceptual de que las "maneras" son nacionales, y los "contenidos" internacionales, y que gana fuerza en la búsqueda de soluciones locales y apropiadas, donde la arquitectura de tierra, despunta como una perspectiva de contribuir para valorizar el conocimiento tradicional, mirando hacia el futuro.

Formación de Conciencia Crítica

Son estudiantes y profesionales de arquitectura y ingeniería, albañiles y comunitarios que, a través del deseo de percibir otras posibilidades, además de las convencionales, han participado de nuestras palestras y cursos destinados al manejo de las técnicas en tierra cruda. En esas actividades la utilización de metodologías adecuadas he sido fundamental, tanto para la involucrar los participantes en las acciones grupales, como para desarrollar una percepción adecuada de los métodos, procesos y productos.

Nuestros cursos en los últimos cuatro años han atendido más de 400 personas, donde fueran trabajados aspectos históricos de la arquitectura de tierra, composición, identificación y selección de suelos, y practicas de las técnicas mas utilizadas en Brasil.

Transfiriendo Tecnología

Las técnicas constructivas convencionales dominan el mercado formal de la construcción, la producción globalizada de ciertos materiales y técnicas, condicionan profesionales y usuarios para que no perciban la existencia de recursos más ventajosos en varios aspectos, como: durabilidad, y capacidad de generar confort ambiental naturalmente. Los costos finales obtenidos con estés materiales son inaccesibles hacia la mayoría de la población, condicionando a la utilización de técnicas tradicionales, sobretodo las en tierra cruda que, por la ausencia de conocimiento suficiente en el manejo de las mismas, los resultados, en la mayoría de las situaciones, son construcciones rudimentales y, aparentemente, de baja calidad.

En cuanto miembro del Proyecto de Investigaciones XIV.6 – PROTERRA, y colaborador del Consorcio Terra, hemos contribuido para la reversión de esa situación a través de la realización de los talleres de transferencia de tecnología en arquitectura de tierra, esas actividades se han desarrollado junto a universidades, organizaciones no-gubernamentales, asociaciones



comunitarias, etc.



Foto1. Identificación y composición de suelos



Foto 2. "Pisando" el suelo

Durante las prácticas buscamos demostrar hacia los participantes, las innumerables ventajas de la utilización de las técnicas en tierra cruda, realzando la posibilidad de que sean adoptados sistemas de auto ayuda en el manejo de esos procesos, y también el uso de equipamientos, posibilitando mayor rendimiento en la producción.



Fotos 3 y 4. Capacitación de comunitarios en la utilización de la prensa "cinva-ram", para confección de ladrillos de suelo-cemento-cal
Asentamiento Jardim Esperança – Resende – RJ

Brasil tiene un inmenso patrimonio construido en tierra cruda, son registros de los siglos XVII, XVIII y XIX, gran parte edificados en las técnicas de adobe, tapial y bahareque. La conservación y restauración de esas construcciones, requieren conocimientos específicos, relacionados a los com-



portamientos de esas estructuras bajo variadas condiciones. Con la intención de sensibilizar futuros profesionales y también aquellos que ya actúan en el mercado, ministramos en la Escola de Arquitetura de la Universidade Federal de Minas Gerais – EA – UFMG, el Taller de Transferencia de Tecnología en Arquitectura de Tierra, con énfasis en conservación y restauración, donde además de abordajes prácticos sobre el manejo de las técnicas, se estudian patologías, morteros, enlucidos y conceptos de intervenciones. Hay que resaltar que en nuestro país, los cursos de especialización en revitalización del patrimonio histórico existente, no han tratado del asunto específico de la arquitectura de tierra, a pesar de algunos intentos que no fueron bien sucedidos. A través de su adhesión al Consorcio Terra, la EA-UFMG se está preparando para ofrecer cursos, en distintos niveles en esa área.



Foto 5. "Barreando" el bahareque



Foto 6. Ejecutando la tapia

Los participantes de esas actividades, hacen parte de un grupo de formadores de opinión que van estar contribuyendo para el rompimiento del prejuicio relacionado a la utilización de la arquitectura de tierra, y también, en cuanto profesionales actuantes, divulgando y proponiendo soluciones para el manejo adecuado de las técnicas.

Otros factores contribuyen para facilitar la aceptación de la arquitectura de tierra, a saber: la utilización de tecnología visando la optimización y producción en serie, la creación de grupos de estudio, junto a instituciones de enseñanza y investigaciones, y la búsqueda del establecimiento de normas, que a través de procedimientos científicos atestarán la viabilidad de esas técnicas.

PROTERRA en este corto periodo de su existencia ha sido ejemplar en la conducción del tema de la arquitectura de tierra, además de los talleres, seminarios y asambleas anuales, sus comisiones tienen desarrollado tareas fundamentales para la diseminación de la arquitectura de tierra a nivel internacional.

Los resultados de tales esfuerzos serán, al medio y largo plazo, el establecimiento de nuevas referencias hacia la definición de políticas públicas para viviendas de interés social, y también la protección del patrimonio cultural.

Bibliografía

- | | | |
|------------------------------------|------|---|
| Santos, Milton. Silveira, Maria L. | 2001 | O BRASIL, TERRITÓRIO E SOCIEDADE NO INICIO DO SÉCULO XXI |
| Di Marco, Ângela R. | 1984 | PELOS CAMINHOS DA TERRA.
Revista Projeto nº 65 |
| Engels, Friedrich | 1980 | DO SOCIALISMO UTÓPICO AO SOCIALISMO CIENTIFICO |

Autor

Raymundo Rodrigues F^o : M.Sc., Arquitecto, Conservador y Consultor. Miembro Efectivo del Proyecto de Investigación XIV.6 PROTERRA
Colaborador del Terra Project
Coordinador Técnico de Oikos Arquitetura Ecologia do Habitat
55 24 33547470 - 33596062
rayrodrigues@hotmail.com - oikosarquitetura@globo.com
<http://groups.msn.com/OIKOSEcoArquitetura>



CAPACITACION Y GESTION PARTICIPATIVA PARA FABRICAR BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA. BANCALARI, BUENOS AIRES.

Rodolfo Rotondaro - Carlos Otegui - Julio Clavijo - Oscar Serrano

Resumen

El trabajo se lleva adelante en un centro vecinal del Gran Buenos Aires y consiste en el montaje de una fábrica de BTC, con el fin de generar alternativas constructivas de bajo costo y empleo local. Se realizó un proceso de capacitación continua durante las distintas etapas: preparación de materiales; ensayos; organización de obra; uso y mantenimiento de equipos; estabilización; y controles de calidad. Se capacitó un equipo técnico local con la participación de vecinos. El entrenamiento se orienta a tanto a obtener calidad de producto como a la gestión de comercialización. Está apoyado por una ONG, un municipio y asesores externos.

Abstract

The communitarian center El Progreso is carrying out an earth block social factory at Bancalari, Buenos Aires, and a neighborhood whose members are low-income inhabitants. More of seven thousand earth Cinva-Ram blocks were produced by a local self-builders team. They have built the walls of the center as a demonstrative project at the same time they have initiated the commercialization activities. This paper describes the aims of the project and the results of the training process that the local self-builders was obtained.

La gestión en el contexto del Gran Buenos Aires.

Orígenes del emprendimiento

El ámbito de aplicación es el barrio Bancalari, un área urbana residencial mixta del partido de Tigre, en el segundo cordón del Gran Buenos Aires. A nivel local, la ONG SEDECA (Secretariado de Enlace de Comunidades Autogestionarias) coordina la gestión de un embrión de empresa social con un centro comunitario, la Asociación Civil El Progreso.

La propuesta se originó durante la eclosión de la crisis política, social y económica ocurrida en el país a partir del año 2002 (Vivienda Popular,



2002). La mayoría de las familias vinculadas al programa de mejoramiento habitacional administrado por SEDECA cayeron muy por debajo de la línea de pobreza o directamente por debajo de la línea de indigencia.

El nuevo cuadro de situación provocó impactos negativos en el funcionamiento del programa de micro créditos. Se hizo necesario elaborar propuestas que permitan constituir nuevas herramientas para los hogares que pretenden realizar mejoramientos en sus viviendas o abrigan la esperanza de obtener un techo digno para el desarrollo de su ciclo de vida.

De este modo, el nuevo abordaje pretende tres cambios:

- A. Lograr continuidad y mayor acceso al financiamiento de materiales para las familias con necesidades habitacionales.
- B. Abaratamiento de insumos constructivos.
- C. Aportes para atenuar el impacto del desempleo en las familias de la zona.

La nueva propuesta

Junto con el centro vecinal se perfilaron varias propuestas, optando por emprender la fabricación de bloques de suelo-cemento (CETAVIP, 1985) como sustituto del ladrillo común cocido, a fin de mejorar los factores arriba descritos. Se propuso un emprendimiento capaz de producir y comercializar bloques de suelo-cemento con vecinos desempleados.

Estas personas han sido capacitadas en las técnicas de producción de bloques (Rigassi, 1995), en gestión empresarial y en comercialización.

En forma simultánea se realizaron actividades que coordinaron la oferta y demanda de los bloques en la zona, a fin de ubicar la producción de bloques en las familias con necesidades de mejoramiento habitacional y que no cuentan con recursos para comprar materiales en la zona.

La primera fase se realizó bajo la modalidad de un Taller de carácter teórico-práctico, en marzo de 2003, para capacitar vecinos en la producción de bloques de suelo-cemento aptos. La responsabilidad del taller quedó a cargo de SEDECA, que fue asesorada por dos técnicos externos, Augusto Pereyra (técnico químico) y uno de los autores (Otegui).

Se realizaron pruebas sensoriales con la tierra "tosca" a emplear, con el fin de familiarizarse con la materia prima, y en una primera etapa se fabricaron bloques de suelo-cemento con moldes artesanales de madera y metal (figura 1), previos a la compra de la bloquera.





Figura 1-Bloques artesanales de tierra estabilizada comprimida

Nueve vecinos se capacitaron en temas referidos a los antecedentes y las posibilidades del uso de la tierra cruda como material apto para construir viviendas y calles. A raíz de esto, se formó una comisión provisoria para continuar con las prácticas e intentar organizar un equipo técnico local. SEDECA adquirió una bloquera manual del tipo CINVA-RAM, que fue cedida en calidad de préstamo al centro vecinal.

Una vez realizado el taller de producción de bloques, desde SEDECA se propuso la realización de encuentros semanales con los responsables para capacitarse en la organización técnica de la producción y en la comercialización, distribución y mercadeo. Se desarrollaron cuatro encuentros donde se trataron los siguientes temas tales como:

A- La organización de la empresa: las operaciones, las funciones, los roles, la toma de decisiones y el contexto.

B-El reglamento de trabajo: responsabilidades y obligaciones de los socios.

C-La acumulación y retorno de los beneficios que se generen.

Esto último se cumple en forma parcial, ya que el personal capacitado recibe una remuneración diaria en función de la producción de bloques.

Se inició también la capacitación en las tareas relacionadas con el cálculo del precio de costo del producto, el precio de venta y los registros mínimos e indispensables para disponer de cuentas claras que permitan un correcto funcionamiento del emprendimiento.

La capacitación técnico-constructiva. Principales resultados

Se planificó un entrenamiento sistemático para que los vecinos aprendan a transformar la tierra en bloques, en base a capacitaciones prácticas continuas realizadas durante las diferentes etapas de la producción:

1. En las tareas previas

* La preparación del lugar. Se trató la importancia de acondicionar los espacios disponibles en la sede del centro vecinal (futuro salón) para ordenar la circulación de personas y materiales, disponer el acopio de materiales y equipos, preparar la tierra, y organizar la cadena de producción. Los materiales ocupan mucho espacio: la tierra llega en camión de unos 6 m³; la tierras tamizadas son un volumen de entre 6 y 10 m³; hay entre 2 y 4 m³ de arena fina.

* Trato del equipamiento y de las herramientas. Se insistió en las ventajas de tratar, manipular, limpiar y mantener en forma adecuada los equipos y herramientas: bloquera del tipo CINVA-RAM, rodillo mediano, herramientas habituales de construcción, tamices, tarimas y elementos auxiliares.

2. Preparación de la tierra y la mezcla de tierra estabilizada

Se realizó el entrenamiento básico para lograr una identificación aproximada de la tosca mediante ensayos sensoriales; el desterronado (Figura 2); el tamizado (malla de acero de 4,2 mm de abertura); la ventaja de encadenar las tareas en un circuito ordenado para optimizar tiempos; la técnica del la estabilización; la humedad adecuada de compactado (prueba de la bola arrojada); el agregado de aditivo (Aditop 15, ligante químico en proporción de 1% en volumen en el agua de amasado).



Figura 2-Desterronado de la "tosca" en el área de producción.



3. Preparación de los pastones

Se trabajó con el equipo en la fabricación de pastones chicos, para facilitar su mezclado a pala con dos personas, rociando agua con manguera hasta obtener la humedad óptima de compactado.

4. Manejo y mantenimiento de la bloquera manual (Figura 3)

El aprendizaje del manejo de la bloquera se realizó a través de prácticas demostrativas, una inicial y otras durante la producción de bloques. Se capacitó al personal sobre el funcionamiento adecuado de la bloquera; las características de sus partes; la necesidad de la limpieza permanente; la ubicación del personal durante la producción. La performance de la bloquera se explicó de acuerdo con la calidad y cantidad de los bloques.



Figura 3-Entrenamiento con la bloquera manual

5. La fabricación de bloques de tierra comprimida

La capacitación se enfocó en las tareas de la técnica apropiada, que incluye el llenado de la caja de la bloquera siempre con la misma cantidad de mezcla; accionar la palanca con movimiento continuo y sin forzamientos; un mínimo conveniente de tres personas en la fabricación de los bloques; la forma conveniente para destapar la caja, tomar el bloque y llevarlo al área de curado; la limpieza de la bloquera y el ajuste de las guías del pistón; el traslado de la bloquera entre dos o tres personas.

6. Curado y secado

Se trataron los temas referidos a un adecuado curado, apilado, secado y transporte de los bloques. Se entrenó al personal para el cuidado durante el transporte y apoyo de los bloques, buscar lugares secos y cubiertos, dejando secar un mínimo de diez días antes de usar.

7. Productividad y selección final

Se capacitó al personal en los temas referidos a lograr un buen rendimiento diario pero sin descuidar la calidad del bloque, lo cual limitó la producción diaria a unos 100 bloques, trabajando tres personas, o unos 20 a 25 bloques por hora, incluyendo los tiempos de preparación del pastón, la compresión en la bloquera y el traslado del bloque al área de curado.

Se entrenó al personal para que pueda realizar una selección final de bloques para comercializar, mediante la observación directa de las propiedades de los bloques en cuanto a lisura de caras, dureza, regularidad de medidas, prolijidad de aristas y vértices, desgranamientos y roturas. Se definieron bloques de primera y de segunda (aquellos desgranados, con aristas o bordes rotos, o de más de 9,8 cm de espesor).

8. Para el empleo de los bloques en la construcción de paredes

Durante el entrenamiento de la producción se trataron conceptos generales de la ejecución de muros, con el fin de construir en forma demostrativa las paredes perimetrales del salón. Se las construyó en 14 cm de espesor, con la técnica tradicional de la mampostería (aplomar, nivelar hiladas, trabar al 50%, igual espesor de juntas). Se explicaron las posibilidades en cuanto al material de mezcla de asiento, la convencional de cal-cemento-arena, o bien de suelo-cemento reforzada; y las posibilidades de terminación de la pared, con juntas al ras o hundidas.

9. Para construir revoques y protecciones de superficie

Acompañando el proceso de capacitación para fabricar bloques, se realizaron varios prototipos de revoques y tratamientos simples en paredes al exterior y al interior, empleando las mismas toscas estabilizadas con cemento y arena. Varios albañiles temporarios y parte del personal fueron capacitados en técnicas de aplicación en dos capas, lechadas y bolseado, y en cómo evaluar el resultado de los mismos.

10. La organización de la producción

Se trató durante todas las etapas de entrenamiento. Además de lo mencionado tuvo en cuenta formas simples de computar el consumo de materiales y el rendimiento diario y mensual de producción.

Dificultades.

Es habitual que en la interacción entre un organismo barrial y agentes externos (en este caso ONG, Municipio y asesores técnicos) hubiera diversas dificultades. Las principales fueron éstas:



- * limitaciones propias de los capacitadores;
- * discontinuidad en la participación de los mismos vecinos;
- * anegamiento debido a las condiciones semicubiertas del tinglado;
- * carencia de herramientas y equipos mínimos necesarios;
- * dificultades en el aprendizaje sobre la técnica adecuada de compresión y en el manejo de la bloquera;
- * deterioros normales de los equipos.

Construir con tierra en el gran Buenos Aires. Comentarios finales.

Desde un comienzo el desarrollo de esta propuesta y el conjunto de actividades desarrolladas han supuesto un carácter autogestivo involucrando un modelo participativo de planificación por parte de los involucrados en la experiencia. Si bien los vecinos han contado con el apoyo técnico-económico de SEDECA, otros actores están involucrados:

Acción Social del Municipio de Tigre; Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo-UBA, Conicet, estudio OyS arquitectos, y otros vecinos. Desde la definición y elección de la actividad hasta la actualidad se intenta que los interesados sean capaces de llevar adelante este emprendimiento en forma autónoma, buscando la autosostenibilidad de la actividad exclusivamente por parte de los emprendedores (figura 4).

En este sentido se intenta que en forma gradual los involucrados asuman cada una de las tareas que suponen el ciclo productivo del emprendimiento más las actividades propias de comercialización.

Todas estas actividades desde un comienzo fueron desarrollados en conjunto con el equipo técnico de apoyo, no obstante ello se ha fomentado desde SEDECA que los emprendedores adquieran capacidades de articulación particulares con instancias que potencien el desarrollo de su actividad: Programas del Estado Nacional, Municipal, universidades, etc.





Figura 4-Los microemprendedores

El encargado local de la gestión y a la vez Presidente del centro vecinal, (Oscar "Palito" Serrano, uno de los autores), sostiene que "la calidad de los bloques fabricados a la fecha es buena en un 80% del total producido. Hubo un sentido de responsabilidad por parte del personal que trabajó, y gran interés por parte de los vecinos, y su respuesta fue aceptable en todo momento".

"Este trabajo significa una gran posibilidad de emprender un progreso en la refacción de cada hogar. Las dificultades fueron causadas principalmente por demoras producidas en la provisión de insumos y herramientas".

"Las tareas de capacitación teórica deben continuar ya que son útiles para mejorar el trabajo, con la buena disposición de parte del personal técnico."

"Los miembros de la Asociación Civil El Progreso se manifestaron con interés en el emprendimiento, y lo valoran necesario para el progreso social en el mejoramiento de las viviendas del barrio". "Hay buenas perspectivas, y es necesario difundir el emprendimiento y obtener colaboraciones para materia prima y equipos".

Los resultados del proceso de capacitación técnica son alentadores: se logró entrenar un equipo local en la fabricación de bloques de tierra estabilizada comprimida, y en visualizar todo el proceso de producción.

Es importante señalar también que simultáneamente al aprendizaje técnico específico, se construyeron las paredes del salón, lo cual ayudó a comprender su aplicación y a "ver" el elemento constructivo final (pared), como fase previa al mejoramiento de viviendas con éstos u otros elementos constructivos de tierra (Rotondaro et al,2003).

La productividad es baja, de alrededor del 40% de una producción diaria aceptable para este tipo de bloquera, pero es aceptada por los mismos

emprendedores: consideran indispensable asegurar la calidad de los bloques hasta poder mejorar el rendimiento diario.

El costo relativo del bloque y sus posibilidades técnico-constructivas y técnico-económicas en el contexto barrial son aceptables. El bloque El Progreso resulta más barato que el ladrillo común cocido, considerando que un bloque equivale a casi dos ladrillos (el bloque es de 9,7 cm de espesor promedio, el ladrillo tiene 5,3 cm de espesor promedio). El costo de un bloque es de unos 38 centavos de peso argentino, y el ladrillo común cocido de 21 centavos, es decir, dos ladrillos cuestan 42 centavos: es más caro. (Equivalencia al 25 de Agosto de 2004: 1 U\$D = 3 pesos). Este dato establece una perspectiva optimista para el desafío de este emprendimiento, y lo coloca en el campo de la factibilidad técnico-económica.

Esta experiencia tiende a contribuir a la creación de una nueva cultura centrada en las prácticas colectivas y en estrategias basadas en la capacitación, el manejo de la información, la participación en las decisiones, la socialización de las responsabilidades y la autogestión de los propios saberes. Se busca consolidar la empresa social local, para lo cual también se realizan charlas respecto de lo que piensan, qué se proponen, y qué compromisos van a adoptar.

Bibliografía

- | | | |
|---|------|--|
| CETAVIP-CII-Centro de Tecnología Apropiada para la Vivienda Popular. | 1985 | COMO CONSTRUIR UNA VIVIENDA CON CINVA-RAM. Santo Domingo, República Dominicana. 20 pp. |
| Revista Vivienda Popular-La Dirección. | 2002 | OTRO MUNDO ES POSIBLE. Y OTRA ARGENTINA ES POSIBLE? Rev. Vivienda Popular N° 48:1-2, Editorial. SEDECA. Buenos Aires. ISSN 0328-9982 |
| Rigassi, Vincent-CRATerre EAG. | 1995 | COMPRESSED EARTH BLOCKS. Volume I. Manual of production. GATE-Vieweg. Eschborn.Germany. 104 pp. ISBN 3-528-02079-2 |
| Rotondaro,Rodolfo; Mella-ce Rafael F.; Pereyra, Augusto; Schicht, Alex. | 2003 | TECNOLOGÍA DE TIERRA PARA MEJORAR ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. Libro Resúmenes II SIACOT: 31-33. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid-CIAT/Proterra-CYTED.18-19.09.03. España. ISBN 84-933016-2-0 |



III^{er} Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra
"La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat"

Autores

Rodolfo Rotondaro: Arquitecto, CONICET/FADU-UBA. Trabaja desde 1985 en el tema Arquitectura de Tierra en la Argentina, en proyectos y obras vinculados al Patrimonio y al desarrollo tecnológico. Es miembro del Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATIC, Tucumán, y miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED HABYTED.
Tel. 011-4574 0398 e-mail: rotondar@escape.com.ar

Carlos Otegui: Arquitecto, FADU UBA. Integrante del Estudio de Arquitectura "OyS arq". Trabaja como profesional independiente en temas vinculados a vivienda individual y edificios urbanos. Proyectista y Director Técnico de Complejos Habitacionales de Viviendas Sociales para desarrollos del Instituto de la Vivienda, Pcia. de Buenos Aires, para La Plata, Bahía Blanca, Magdalena, Gral Alvear y Azul. Es asesor de la ONG SEDECA. Docente de la Cátedra de Diseño Arquitectónico (1975/1982) en FADU-UBA. Tel. 011- 43425305/43450549 e-mails: oysarquitectos@speedy.com.ar

Julio Clavijo: Sociólogo, UBA. Dirige y coordina distintos proyectos de la ONG SEDECA en diferentes barrios en Buenos Aires y Gran Buenos Aires.
Tel: 011-47270604 e-mails: sedecajc@fibertel.com.ar

Oscar Serrano: Presidente de la Asociación Civil El Progreso, Bancalari, Tigre. Buenos Aires.
Tel.: 011 - 47271234



MECANISMOS PARA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA HABITAÇÃO E A EXPERIÊNCIA DO PROJETO PROTERRA

Célia M. Martins Neves

RESUMO

A partir de conceitos de tecnologia, técnica, tecnologia apropriada, entre outros, este artigo busca identificar perfis de profissionais e instituições e agrupá-los em duas distintas classes: produtora e usuária de tecnologia. Considerando que a transferência de tecnologias apropriadas ocorre por meio de difusão e aplicação, inclusive capacitação, determina o processo empregado para a transferência em cada uma das classes e entre elas. Após sistematizar estes mecanismos, relaciona os instrumentos mais eficazes para a transferência tecnológica. Como exemplo, apresenta particularidades do Projeto de Investigação Proterra do Programa CYTED e relata suas atividades e os instrumentos utilizados para a transferência tecnológica da arquitetura e construção com terra, tanto no meio dos produtores como no dos usuários de tecnologia. Conclui, avaliando resultados desse esforço no contexto do uso da terra como material de construção para produção de vivendas de interesse social nos países ibero-americanos.

ABSTRACT

Starting with concepts of technology, technique, appropriate technology, among others, this paper tries to identify profiles of professionals and institutions and group them in two different categories: producers and users of technology. Considering that transfer of appropriate technologies happens through dissemination and application, this paper determines the procedures used for the transfer in each of these categories and among themselves. After systemizing these mechanisms, this paper lists the most efficient instruments for technology transfer. As an example, this paper presents details of the Proterra Investigation Project of the CYTED Program and details its activities and the instruments used for transferring the technology of the earth architecture and construction among the producers and users of technology. This paper finishes by evaluating the results of these efforts in the context of the use of the earth as a building material for the production of dwellings for social use in ibero-american countries.



INTRODUÇÃO

Desde a pré-história, a terra (a) foi um dos primeiros materiais a ser utilizado pelo homem para construir seus edifícios representativos e monumentos, assim como o seu próprio abrigo. As técnicas de construção com terra surgiram de forma independente em quase todas as civilizações do passado e expandiram-se através das invasões e colonizações, comuns na história da Humanidade. As técnicas nativas uniram-se às técnicas trazidas pelos estrangeiros e, com variadas combinações entre elas, foram se adaptando e organizando as formas mais adequadas de construir.

As técnicas de construção com terra apresentam semelhanças de uma região para outra, mas em cada uma destas tem sua nomenclatura própria que muitas vezes confunde até os mais estudiosos.

Font (1) relata que existem documentos datados de 1090 A.C., provenientes da China, de 300 A.C., da Índia, e mais recente, no século XVI, da Europa, que tratam de técnicas de construção com terra. No entanto, as primeiras notícias sobre tentativas de formulação de uma tecnologia de construção com terra ocorreram no final do século XIX, quando também se iniciaram programas de investigação científica sobre o assunto. Já no século XX, a partir dos promissores resultados obtidos do comportamento de misturas compactadas de terra e cimento, desenvolveram-se também investigações sobre o uso do solo estabilizado com aglomerantes químicos para fabricação de painéis monolíticos, tijolos e blocos prensados ou compactados (2).

Vargas (3), na sua conferência apresentada no Simpósio "Pesquisa Tecnológica: seu papel na sociedade brasileira", chama a atenção para o conceito de tecnologia e os vários enfoques em que o termo é abordado, algumas vezes com significado não apropriado. Como exemplo, cita o uso indevido da palavra tecnologia no sentido da técnica de produção desenvolvida nas sociedades primitivas, tais como a da cerâmica e do fabrico do vidro; e também o uso da palavra tecnologia referindo-se a máquina, equipamentos, instrumentos, sua utilização ou manejo deles.

Após diversas considerações, Vargas (3) propõe o entendimento do termo tecnologia como o conjunto de teorias, métodos e processos científicos aplicado às técnicas. Enfatiza que a técnica nasceu com o Homem, quando despontou em sua consciência que um pedaço de madeira, osso ou uma pedra poderiam servir como instrumentos para sua sobrevivência mas, a ciência, ou a tecnologia, é de passado muito recente.



Fundamentado nos argumentos de Vargas e outros estudiosos, os seguintes conceitos são adotados neste artigo:

- técnica – o “saber” fazer – os processos de produção desenvolvidos e usados pelo homem;
- tecnologia – o “conhecer” – a cientificidade da técnica; o conhecimento e o desenvolvimento teórico.

Enquanto que o avanço da tecnologia depende da capacitação científica de uma Sociedade, o desenvolvimento da técnica é estimulado pelas necessidades prementes do ser humano e resulta da criatividade e recursos disponíveis de cada população.

Por outro lado, o conceito de tecnologia apropriada é amplo e envolve discussões que fogem do objetivo deste artigo. De forma genérica, pode-se considerar que tecnologia apropriada apresenta as seguintes características: possui baixo custo de capital, usa preferencialmente materiais locais, emprega força de trabalho e habilidade locais, não exige formação específica para sua utilização, é de fácil entendimento e execução, e não envolve patentes ou outra forma de pagamento (4). A tecnologia apropriada implica a maximização de recursos renováveis, o respeito ao meio ambiente e à identidade sócio-cultural dos beneficiários.

A importância da tecnologia apropriada aplicada à construção civil para produção de habitações é grande pois, no modelo econômico existente na maioria dos países latino-americanos, parte significativa da população não dispõe de recursos para adquirir sua habitação no setor produtivo formal, necessitando de intervenções que permitam o acesso dessas populações à moradia. Sob esta ótica, a arquitetura e construção com terra enquadra-se perfeitamente como tecnologia apropriada, principalmente quando voltada para a produção de vivendas de interesse social.

A geração de tecnologia apropriada para produção de habitações, de maneira geral, dá-se através de instituições de pesquisas e das universidades. Sua produção é bastante diferenciada nas várias regiões do país pois procura atender, com prioridade, as demandas regionais. O processo de geração compreende ciclos com atividades de criação ou aperfeiçoamento, transferência e avaliação, sendo que esta última promove, em cada ciclo, a alimentação do processo e o avanço da tecnologia.

Um dos grandes entraves que se verifica nesse processo é a difusão dos conhecimentos gerados, ou seja, a transferência da tecnologia. Com o objetivo de promover uma reflexão sobre o tema, este artigo apresenta alguns fatores que intervêm na geração e transferência de tecnologia apropriada, identificando os instrumentos mais eficientes para sua difusão



e implantação, e, resalta aspectos importantes, observados em experiências para implantação de tecnologia, além de relatar as atividades desenvolvidas pelo Projeto Proterra para a transferência da tecnologia de construção com terra.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS APROPRIADAS

Em geral, no campo da construção civil, não há instituições com o fim específico de difusão e transferência de tecnologia apropriada. As atividades de geração e transferência são realizadas na mesma instituição e geralmente pela mesma equipe. São empregados instrumentos de várias espécies buscando atender à complexa demanda que vai desde as necessidades da comunidade técnica até à população em geral.

Luzius Harder (5) comenta várias dificuldades ao colaborar na implantação de uma pequena indústria para fabricação de telhas de microconcreto (MCR) na Nicarágua. A simplicidade do processo de fabricação, a disponibilidade local da matéria-prima e a carência de elementos para cobertura de edifícios, no país, eram fatores que evidenciavam a conveniência da fabricação das telhas na região. Entretanto, Harder relata que encontrou, durante os cinco anos que participou do projeto, dificuldades incompreensíveis como a de não obter um produto de qualidade uniforme. Considerou que, em um processo de produção simples, linear e rotineiro, de acordo com o modo de pensar europeu, poderia, talvez, não representar a mesma simplicidade quando trazido para povos de cultura diferente, necessitando, para sua implantação, um treinamento especial para vencer a diferença cultural.

Theo Schilderman (6), ao analisar a implantação de pequenas indústrias de telhas de fibro-cimento (FCR) no Peru e no Kenya, aponta alguns fatores que interferem no processo da transferência. Observa que somente o treinamento da mão-de-obra para aprender a técnica de produção não é suficiente para garantir a transferência da tecnologia; para o sucesso do empreendimento é importante contar com o engajamento de uma equipe técnica multidisciplinar, motivada, capacitada para adequar os procedimentos aos hábitos tradicionais da população e com poder de decisão.

Neves (7), ao relatar a experiência do Projeto THABA para a transferência de painéis monolíticos de solo-cimento no Brasil, observa que a equipe transferidora da tecnologia, além da bagagem técnica necessária, precisa ter também sensibilidade para absorver as informações sobre o hábito



cultural dos usuários da tecnologia, procurar adequar a técnica aos materiais regionais e utilizar uma linguagem de acordo com a população a ser atendida.

MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

No intuito de sistematizar o processo de transferência de tecnologia apropriada, Neves (8) propõe distinguir, em princípio, duas classes específicas: os produtores de tecnologia e os consumidores, ou usuários, com as seguintes características:

- produtores de tecnologia são todos os profissionais e instituições que atuam na área de pesquisa e ensino, cujo interesse maior é conhecer os objetivos, metodologias adotadas e resultados das pesquisas realizadas, ou seja, a Ciência;
- consumidores de tecnologias correspondem aos setores públicos, privados e usuários de uma maneira geral cujo interesse é utilizar os produtos desenvolvidos em benefício próprio ou da comunidade.

Em ambas as classes, a transferência da tecnologia apropriada ocorre através de ações que podem agrupadas como atividades para difusão e para aplicação, tanto das técnicas como da própria tecnologia conforme demonstrado na tabela 1.

Na difusão, apresentam-se resultados técnicos e científicos ou de realizações práticas, demonstrando exemplos ou as possibilidades de uso da tecnologia em diversas situações, em caráter individual ou comunitário, e a apropriação das técnicas a situações particulares, quando necessária.

No segmento de aplicação, os objetivos são distintos para as classes produtora e consumidora. Considera-se, no meio produtor de tecnologia, a atividade de aplicação resultante da integração entre pesquisadores e/ou instituições para elaboração de procedimentos que forneçam os fundamentos técnicos necessários para a utilização das técnicas. Para a classe consumidora, no entanto, a aplicação corresponde ao ensinamento das técnicas de construção, considerando todas as condições inerentes a cada situação. Para esta classe, a transferência ocorre em pontos isolados e sua continuidade depende muitas vezes do sucesso de cada experiência.



Tabela 1 – Atividades de transferência de tecnologia apropriada

Natureza da transferência	Classe	
	Produtora	Consumidora
Difusão	divulgação de resultados científicos	divulgação de técnicas e de empreendimentos realizados
Aplicação	elaboração de normas e recomendações técnicas	capacitação para o uso de técnicas

Instrumentos de transferência de tecnologia

Os mais diversos instrumentos para a transferência de tecnologia são utilizados em função da classe que se pretende atingir e da expectativa (Tabela 2).

A difusão para a classe produtora de tecnologia é realizada mediante instrumentos já existentes, veiculados normalmente nas áreas afins: apresentação de trabalhos em encontros técnicos, publicações em revistas especializadas, boletins técnicos, relatórios técnicos e outros. Outra forma de difusão corresponde à discussão entre técnicos especializados, dos projetos de pesquisa durante a fase de avaliação dos resultados, geralmente em eventos como Mesa Redonda em que cada especialista apresenta os fundamentos, metodologia e resultados obtidos de seu trabalho.

Quanto a uma difusão mais abrangente para os consumidores de tecnologia, os instrumentos utilizados são as publicações – cartilhas e folhetos – vídeos, palestras, etc. Para uma difusão mais efetiva, só que de caráter particular, faz-se o atendimento a todos interessados através de entrevistas ou correspondências.

Dentro da modalidade de aplicação da tecnologia na classe produtora pratica-se a elaboração de textos, em equipe, para recomendações de procedimentos ou normas técnicas, propriamente ditas. O objetivo desta atividade é oferecer o respaldo técnico para a classe consumidora, pública ou privada, que muitas vezes é impedida de utilizar tecnologias apropriadas pela falta de instrumentos de medição e controle.

Tabela 2 – Instrumentos de transferência de tecnologia apropriada

Natureza da transferência	Classe	
	Produtora	Consumidora
Difusão	Publicações: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Livros ▪ Revistas especializadas ▪ Boletins Técnicos Exposições: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Encontros técnicos ▪ Apresentação de projetos de pesquisa 	Publicações: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cartilhas ▪ Folhetos Exposições: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Palestras ▪ Vídeos ▪ Painéis
Aplicação	Recomendações técnicas Normas técnicas	Cursos Assessoria e Assistência Técnica: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Setor público ▪ Setor privado ▪ Comunidades ▪ Usuários

A aplicação da tecnologia para a classe produtora é realizada através de cursos e prestação de assessoria e/ou assistência técnica. Os cursos são ministrados em função da clientela e algumas vezes pode ser entendido como uma forma particular de difusão. Em alguns casos, está embutido dentro de um projeto maior de assistência técnica. De uma forma ou de outra, tem contribuído para formação não só de alunos como de instrutores. Encontrar formas para prestar todas as informações necessárias para capacitação dos participantes e avaliar o procedimento adotado são as preocupações constantes dos profissionais envolvidos com a transferência de tecnologia apropriada.

A assessoria e assistência técnica também é realizada da maneira mais variada possível, em função das necessidades do cliente. No caso de projeto de assistência técnica, em geral, inicia-se pela concepção do projeto arquitetônico, apropriado à tecnologia que se vai utilizar, seguido de assistência à execução da obra.



Considerações sobre a transferência de tecnologia para os principais organismos da classe consumidora

A transferência de tecnologia apropriada é sensível a muitos fatores, inerentes ou não da própria tecnologia.

Devido à versatilidade das demandas, comentam-se, a seguir, as principais características dos consumidores usuais e os respectivos processos mais adotados para a transferência de tecnologias apropriadas.

- Setor produtivo privado - este normalmente é discreto em suas solicitações e procura contratar apenas as atividades essenciais para implantação da tecnologia. Os serviços mais solicitados são os de adequação do projeto arquitetônico e assistência técnica no início da construção, apenas durante um período conveniente para que a equipe própria assimile a técnica.

Neste caso, o agente de transferência mais importante é o técnico de nível superior. Além de adequar o projeto, ele contribui para melhoria da produtividade na construção, no estabelecimento do gerenciamento mais adequado à técnica empregada, comumente diferente do sistema convencional praticado na empresa.

- Setor público - para este setor normalmente se faz um projeto completo de assistência técnica iniciando, muitas vezes, pela concepção do projeto e concluindo com a construção. Às vezes, acompanha um curso para capacitação de outros técnicos do setor em que se aproveita a construção de protótipos para demonstração. O que se observa neste segmento é que às vezes o técnico treinado fica realmente convencido das vantagens de utilização da técnica, mas dificilmente usa em outras oportunidades. Supõe-se, uma vez que a decisão de serviços a serem realizados não depende unicamente deste técnico, que a dificuldade para implantação da técnica está relacionada com a falta dos instrumentos normalizadores que fundamentam o estabelecimento dos procedimentos para execução e controle.
- Comunidade - este tipo de consumidor normalmente é o beneficiário de um contrato entre o setor público e o organismo de transferência. O trabalho de assistência técnica inicia-se pela troca de informações do técnico com a comunidade, procurando conhecer suas tradições culturais e formar idéias das possíveis técnicas que podem ser facilmente assimiladas e executadas. Procura também identificar lideranças e conhecer os materiais regionais.

Durante a etapa de troca de informações até a elaboração do plano de trabalho, o agente de transferência de importância fundamental é o técnico de nível superior. Porém, na etapa de construção, o trabalho mais importante é do técnico auxiliar que tem maior identificação com a comunidade em relação a linguagem, hábitos e movimento. (b)



No trabalho em mutirão ou auto construção deve-se cuidar sempre em manter a equipe motivada para se conseguir a produtividade planejada. Esta, normalmente é menor que a dos serviços administrados diretamente.

- Usuários em geral - estes são os mais variados possíveis e a transferência de tecnologias é realizada através de um balcão de atendimento. Para isso o organismo de transferência deve manter uma pequena estrutura para adequação de projetos arquitetônicos, elaboração de planos de trabalho para execução de produtos e indicação de tecnologias mais apropriadas para a situação apresentada pelo cliente.

Este é o processo de transferência de tecnologia que tem produzido resultados gratificantes. Supõe-se que a intimidade desenvolvida espontaneamente entre o agente de transferência e o consumidor gera um compromisso pessoal que facilita a implantação da tecnologia, muitas vezes com assistência técnica em caráter informal.

O PROJETO PROTERRA E SUAS ATIVIDADES PARA A TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO COM TERRA

Em 2001, o Programa Ibero-Americano de Ciência e tecnologia para o Desenvolvimento – CYTED criou o Projeto de Investigação PROTERRA, em continuidade às atividades da Rede HABITERRA. Ampliou-se o número de especialistas envolvidos, agregaram-se novas atividades e, principalmente, renovaram-se as esperanças e lutas para proporcionar, no contexto tecnológico, habitações mais dignas para uma população carente. Assim, o PROTERRA veio no sentido de divulgar o conhecimento disponível sobre o uso da terra e estimular sua aplicação como mais uma alternativa para o enfrentamento do nosso grande déficit no que se refere à produção de habitação de interesse social.

É um projeto internacional e multilateral de cooperação técnica que promove a transferência da tecnologia de construção com terra aos setores produtivos e às políticas sociais dos países ibero-americanos mediante as seguintes linhas de atuação:

- capacitação e transferência da tecnologia a distintos níveis;
- apoio técnico a projetos de investigação aplicada;
- intercâmbio de informações e experiências;
- serviços de assessoria e consultoria;
- informação e difusão da tecnologia de construção com terra;
- elaboração de textos básicos para normalização e procedimentos de execução;
- publicações especializadas sobre o tema.



A primeira ação do Proterra foi identificar e convidar profissionais envolvidos com a arquitetura e construção com terra a se integrarem ao projeto, cuja estrutura é definida em função das diversas especialidades dos seus participantes. Suas atividades são desenvolvidas por estes especialistas, provenientes de universidades, centros de pesquisas e demais empresas dos países ibero-americanos, dedicados ao estudo e aplicação da terra, cujas áreas compreendem o estudo do material, projeto, desenvolvimento de sistemas construtivos, divulgação e transferência de tecnologia, planejamento e execução de edificações, recuperação e restauro do patrimônio.

Atualmente o Proterra conta a participação de 60 membros provenientes de 17 países ibero-americanos com o seguinte perfil: 43% desenvolvem sua principal atividade profissional em universidades; 17% em instituições de pesquisas e extensão; e 40% em escritórios de arquitetura e outras empresas públicas ou privadas, inclusive ONGs, voltadas aos programas de construção de vivendas de interesse social.

Alguns destes profissionais desenvolvem suas atividades em dois organismos diferentes sendo que 15% atuam em instituições de pesquisas e universidades e 5% atuam em empresas privadas e universidades.

Este grupo diversificado de profissionais formado por acadêmicos e pesquisadores, que dominam o conhecimento, e por outros profissionais, que dominam a técnica, compõem um ambiente extremamente favorável ao intercâmbio de informações e experiências que, seguramente, proporciona a divulgação, a transferência, o desenvolvimento e a aplicação da tecnologia. Ainda mais, a integração de profissionais a um projeto de apoio como o PROTERRA, estes algumas vezes atuando isolados de todo sistema de ciência e tecnologia, traz um novo ânimo à sua conduta, pois se encontram amparados por parceiros que contribuem significativamente no seu trabalho.

O avanço da tecnologia, o desenvolvimento de técnicas e a transferência da tecnologia são preocupações constantes do PROTERRA desde seu início. Para atingir estas metas, foram criados grupos de trabalho, ou comissões, voltados à uniformização de linguagem entre os profissionais de diferentes formações e de vários países, à elaboração da base tecnológica necessária para a normalização e definição de especificações técnicas.

A transferência tecnológica é dirigida à capacitação de profissionais e técnicos e ao desenvolvimento do suporte tecnológico, principalmente no que se refere às normas e procedimentos de execução. As ações, desenvolvidas em caráter voluntário por membros do PROTERRA e compatíveis com as necessidades de cada país, visam apoiar os setores públicos e privados e concretizam-se a partir de solicitações de



organismos de países ibero-americanos interesados e envolvidos em programas de construção de viviendas de interesse social.

Desde sua criação até o momento, o PROTERRA promove e participa de diversos eventos tais como seminários e oficinas de terra, em que constam conteúdos teórico e prático. Outra atividade de divulgação é a Exposição Construção com Terra. Inicialmente apresentada em Salvador, Brasil, na época do I SIACOT – Seminario Ibero-Americano de Construcción con Tierra, foi posteriormente mostrada em San Miguel de Tucumán, Argentina, em Montreal, Canadá, em João Pessoa, Recife e outras cidades brasileiras, em Assunção, Paraguai, em diversas cidades de Portugal e em Montevideu, Uruguai.

Ao preparar a Exposição, a intenção era utilizar mais um instrumento de transferência de tecnologia para facilitar a divulgação do grande conhecimento em construção com terra disponível nas diversas regiões dos países ibero-americanos. Foi surpreendente comprovar como a diversidade e riqueza das técnicas construtivas, assim como as experiências e as investigações realizadas, puderam ser tão bem representadas em painéis de fácil impressão.

Em dezembro de 2003, o PROTERRA publicou *Técnicas Mixtas en Construcción con Tierra* (9), um livro composto de artigos de diversos especialistas e gravou o primeiro CD da Biblioteca Eletrônica PROTERRA (10) com a editoração digitalizada de *Técnicas Mixtas en Construcción con Tierra*, o Catálogo da Exposição Construção com Terra, os anais do I SIACOT, além das publicações HABITERRA e a edição revisada em versão digital, inédita, de *Arquitectura de Tierra em Iberoamérica*, entre outras. Estas publicações visam, além da difusão da tecnologia, fornecer fundamentos para elaboração de normas técnicas nos diversos países de modo a proporcionar a aplicação das técnicas de construção com terra.



Figura 1 – Instrumentos de Transferência de Tecnologia



Além de participar das jornadas de transferência tecnológica e capacitação, o PROTERRA já promoveu quatro Projetos Demonstrativos com os objetivos de difundir, capacitar e transferir as técnicas de construção com terra.

O Projeto Villa Tecnológica Yuguaron, no Departamento de Paraguari, em Paraguai, emprega diversas técnicas de construção para viviendas de interesse social, inclusive as que utilizam a terra como material de construção. Em agosto de 2003, mais de 300 estudantes e agentes comunitários participaram do Taller realizado para aprender a técnica de painéis monolíticos de solo-cimento desenvolvida no CEPED, Brasil. Após este evento de capacitação, moradores da cidade de Luque, Paraguai, com apoio de um professor e alunos da Facultad de Arquitectura da Universidad Nacional, construíram uma creche.

O Projeto Cooperativas de Viviendas Guyunusa, no Departamento de Canelones, em Uruguai trata do projeto e construção de 10 viviendas em regime de ajuda mútua. Utiliza adobe no primeiro piso, técnica mista, denominada *fajina*, no segundo piso, e adobe e palha, no teto. A gestão do projeto é realizada por uma ONG e uma arquiteta, membro do Protterra, foi encarregada de elaborar o projeto construtivo e de capacitar os cooperativistas e demais pessoal contratado. Em dezembro de 2003, mais de 100 estudantes e profissionais participaram de atividades do Projeto Guyunusa, assistindo palestras sobre experiências regionais relativas ao projeto, construção e conservação do edifício e aprendendo práticas de construção. Devido ao maior número de pessoas interessadas, outro evento dessa natureza foi realizado em março de 2004, com a participação de mais de 70 pessoas com as práticas realizadas na Cooperativa Vaimaca.



Figura 2 – Capacitação – Projetos Yuguaron e Guyunusa

A atuação do Proterra no Projeto "Formación de comunidades autogestionarias mediante el proceso participativo de construcción de viviendas, infraestructura y equipamiento comunitario", correpondeu a capacitação de pessoas de comunidades mediante a construção de um equipamento comunitário (Produtora de leite de soja), localizado no loteamento de Las Colinas, em Assunção, Paraguai. Participaram diversos presidentes de comunidades envolvidas com projetos de construção de vivendas e alunos da Facultad de Arquitectura da Universidad Nacional, convidados através do Projeto "La Facultad de arquitectura y las comunidades autogestionarias que construyen su barrio".

O Projeto Seminario - Taller Construcción en Tierra, em Santa Fé, Argentina, capacitou os alunos e interessados em geral para a aplicação de diversas técnicas de construção com terra.



Figura 3 – Capacitação – Projetos Las Colinas e Santa Fé

Em geral, prepara-se uma apostila, ou cartilha, demonstrando detalhes sobre as técnicas empregadas no projeto. Ela é distribuída para os participantes e, em seguida, formatada juntamente com outros documentos resultantes para gravar em CD ROM que é posteriormente distribuído para outros interessados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário considerar, além da metodologia adotada, alguns aspectos relativos a postura do pesquisador/transferidor que possibilitam êxito na transferência de tecnologias. Entre estes, pode-se citar:

- ter a devida sensibilidade para absorver as informações dos hábitos culturais do cliente;
- saber explorar a criatividade considerando como ponto de partida os recursos naturais e mão-de-obra local;
- procurar sempre obter um resultado agradável ao cliente e não ao pesquisador/transferidor;
- utilizar a linguagem adequada ao tipo do cliente, principalmente no processo de difusão.

Os instrumentos empregados são eficientes e, com algumas alterações, semelhantes em todos os países. Observa-se que as publicações e cursos são eficazes na difusão tecnológica enquanto que os projetos de treinamento de mão-de-obra e assistência técnica são eficazes na implantação de técnicas. Mas, acredita-se que é com a procura espontânea do consumidor que mais facilmente se alcança o resultado desejado: levar os produtos desenvolvidos à população a que foram destinados. Um aspecto limitante, porém contornável, no emprego da tecnologia apropriada é a escala de produção frente à grande demanda existente. Associado a este aspecto, a transferência, mesmo com instrumentos eficazes, é realizada pontualmente onde a falta de articulação entre equipes regionais dificulta sua difusão.

Entretanto, êxitos registrados no emprego da tecnologia apropriada comprovam sua conveniência em empreendimentos visando atender à grave carência habitacional nos países do terceiro mundo.

O Projeto Proterra, atuando como organismo de transferência em quase todos os países ibero-americanos, respaldado por especialistas nas diversas atividades relativas a tecnologia de construção com terra, apresenta as devidas credenciais para difundir e estimular o uso da terra como material de construção principalmente aplicadas a programas massivos de vivendas de interesse social. E mais, as atividades do projeto Proterra respondem ao crescente interesse de toda Sociedade pela utilização de tecnologias de baixo impacto, tendo em vista o esgotamento de algumas matérias-primas e a preocupação com os danos ambientais gerados em suas extrações. A arquitetura e construção com terra corresponde, na atualidade, a uma excelente possibilidade de aliar o manejo apropriado e sustentável do ambiente natural, com o conforto e baixo custo do ambiente construído.



BIBLIOGRÁFICAS

- FONT ARELLANO, Juana 2003 **LA TIERRA EN LOS TRATADOS Y ESCRITOS SOBRE ARQUITECTURA.** In: II Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, Libro de Resúmenes. Maireia Libros, Madrid, España, ISBN 84-933016-2-0. p.101-104
- CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO 1984 **MANUAL DE CONSTRUÇÃO COM SOLO-CIMENTO.** ABCP, São Paulo, Brasil. 147 p.
- VARGAS, Milton. 1985 **A PESQUISA TECNOLÓGICAS E SEU PAPEL NA SOCIEDADE BRASILEIRA.** Ciência e Cultura 37(6), Brasil, p. 901-912
- ABIKO, Alex Kenya. 1980 **TECNOLOGIAS APROPRIADAS: TIJOLOS E PAREDES MONOLÍTICAS DE SOLO-CIMENTO.** Universidade de São Paulo, Brasil, 115 p. (Dissertação de mestrado)
- HARDER, Luzius 1991 **CULTURAL DIFFERENCES AND THE PROBLEMS IN CURRING AND PRODUCTION.** Basin-News, Switzerland, n.2
- SHILLDERMAN, Theo 1990 **FROM RESEARCH TO DISSEMINATION OF FIBRE CONCRETE ROOFING TECHNOLOGY.** In: International Symposium on vegetableplants and their fibres as building materials, Proceedings. Rilem, França. p. 204-213
- NEVES, Célia M. Martins 1992 **TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: A QUESTÃO DA HABITAÇÃO POPULAR NO BRASIL.** Boletim Técnico do CEPED v.7, n.1, Brasil. p. 60-65
- NEVES, Célia M. Martins 1987 **METODOLOGIAS APLICADAS PARA TRANSFERÊNCIA DAS TECNOLOGIAS DE CONSTRUÇÕES HABITACIONAIS DESENVOLVIDAS PELO CEPED.** In: Simpósio sobre produção e transferência de tecnologia em habitação: da pesquisa à prática, Anais. v.2. IPT, Brasil. p.573-580



PROTERRA	2003	TÉCNICAS MIXTAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA. CYTED/HABYTED, Brasil. 350 p. ISBN 85-904015-1-0
PROTERRA	2003	TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA. CYTED/HABYTED, Brasil. 1 CD-ROM

Referencias

(a) Na Arquitetura e Construção com Terra – denominação dada a toda produção arquitetônica que emprega o solo como o principal material de construção – ele recebe denominações diversas tais como terra crua, terra sem cozer, terra para construir, porém, o usual e adotado neste trabalho, é o termo terra, que corresponde ao solo apropriado para construção. O termo solo é usado principalmente quando envolve classificações e caracterizações, que também são adotadas em outros campos da Engenharia, assim como são os termos como solo-cimento, solo-cal e solo estabilizado, entre outros.

(b) Chama-se de movimento os atos habituais dos operários em utilizar equipamentos específicos como ato de pilar, de cavar, de preparar, etc.

Autor

Célia Maria Martins Neves: engenheira civil, mestre em Engenharia Ambiental Urbana, Coordenadora Internacional do Projeto de Investigação PROTERRA desde outubro de 2001, investigadora do CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento desde 1976, consultora em tecnologias da edificação. Coordena e participa de projetos dirigidos a construção de vivendas de interesse social com atividades em estudo de materiais, desenvolvimento de sistemas construtivos, avaliação de desempenho, avaliação pós-ocupação de edificações e transferência de tecnologia. Autora e co-autora de mais de 50 trabalhos publicados, inclusive livros e anais, que tratam de temas como aspectos e particularidades da construção civil, transferência de alternativas tecnológicas, avaliação pós-ocupação, desempenho de edificações e uso de solo-cimento, argamassa celulósica, argamassas e outros materiais na produção do edifício.

cneves@superig.com.br Tel: (55 71) 3793506



PROJETO NOSSA CASA: ARQUITETURA DE TERRA E Participação SOCIAL

Natália Lelis - Pedro Novais

Resumo

Este trabalho apresenta uma experiência acadêmica(1) na qual se buscou: a) uma intervenção participativa em um assentamento urbano; b) construir uma reflexão coletiva sobre a sustentabilidade do hábitat, que estivesse fundada na perspectiva das famílias envolvidas; c) implantar unidades habitacionais desenvolvendo projetos que atendessem às necessidades práticas e simbólicas locais e que fossem exequíveis, além de despertar interesse inicial em executá-los; d) verificar até que ponto é possível construir, de maneira participativa, um projeto de qualidade do ponto de vista técnico; e) verificar a aceitação da arquitetura de terra crua, após apresentação e discussão sobre os principais materiais, técnicas e sistemas construtivos. Orientado por estas perspectivas, o Projeto Nossa Casa, conforme foi batizado, foi desenvolvido numa interação entre conhecimento prático e conhecimento científico, através de discussões e reflexões realizadas com as famílias e no meio acadêmico. Ao final do trabalho foi possível observar que a sustentabilidade do espaço construído tem necessariamente uma dimensão social simbólica. As famílias concluíram que a arquitetura de terra, que elas já conheciam, poderia realmente tornar-se a melhor forma de construir uma habitação adequada e de baixo custo, desde que fossem capacitados para construir.

Este texto está organizado em quatro partes. Na primeira, está a apresentação de um breve histórico do trabalho, seus objetivos e definição. As partes seguintes tratam da seleção das famílias (2^a parte), do processo com as famílias, (3^a parte), e as principais questões e os principais dados levantados (as particularidades de cada famílias, as visitas às suas casas, bem como os muitos desenhos e textos apresentados por elas não serão tratados aqui, pois sua riqueza e complexidade necessitariam um trabalho exclusivamente para esta análise). Na quarta parte, finalmente, reflete-se sobre o processo e os resultados.

Abstract

This work presents an academic experience in which it searched: a) a participatory intervention in an urban settlement; b) to construct a collective reflection on the sustainability of habitat, that it was established in the per



spective of the involved families; c) to implant habitation units developed by projects that took care of the practical and symbolic local necessities, and that they were feasible, besides they may cause initial interest in executing them; d) to verify the possibility to construct, in participatory way, a quality project under technician perspectives; e) to verify the acceptance of the raw soil architecture, after presentation and discussion about the main materials, constructive techniques and systems. Guided for these perspectives, the Nossa Casa Project, as it was baptized, it was developed in an interaction between practical and scientific knowledge, through discussion and reflections carried through with the families and the academic environment. At the end of the work, it was possible to observe that the sustainability of the constructed space has necessarily a symbolic social dimension. The families had concluded that the soil architecture, that they already knew, could really become a better way to construct an adequate habitation of low cost, once that they were enabled to construct.

1. Considerações iniciais

A partir do momento em que cada pessoa cria e transforma o meio ambiente à sua volta e é criada e transformada por ele, essa pessoa só pode ser definida no seu contexto, e as características deste contexto também são dadas por esta pessoa. A identidade é dada por uma relação: uma relação de mundo exterior e interior, que se fundem e se encontram numa interseção que define o ser (2) Cada pessoa é muito mais uma relação que um objeto. Meio ambiente também é uma relação. São as coisas com as quais as pessoas se relacionam e através das quais elas se caracterizam – é o mundo que elas criam.

De maneira análoga, na abordagem da psicologia social (3), a identidade se define na atividade. E atividade é algo essencialmente relacional. Por isso, toda identidade é ao mesmo tempo individual e social, e é dinâmica, porque está sempre se construindo e se modificando nessas atividades, ao mesmo tempo em que também modifica o agir.

O espaço adquire significado apenas para quem se relaciona com ele (4). Quem constrói simbolicamente o espaço é quem tem uma efetiva relação com ele, e orienta suas ações através das representações (5) formadas e transformadas *no* e *com* o ambiente. Dessa forma, a sustentabilidade do espaço construído também é sempre social. Ela depende da relação de cuidado da pessoa com o lugar, que depende de uma relação de pertencimento, que depende de uma relação de identificação, de identidade. Em



bora as construções em terra crua funcionem tecnicamente e até culturalmente bem, para que sejam sustentáveis elas têm que partir de uma decisão dos usuários. O arquiteto, sozinho, não pode criar estas relações para outros, mas apenas para ele próprio. Encontrar e propor uma contribuição mais verdadeira do arquiteto para a sustentabilidade social da arquitetura em terra crua para habitações de baixa renda constitui-se um desafio, ao qual este trabalho tentou se dedicar.

O arquiteto não é um demiurgo que vai definir o que é melhor para tal grupo em tal época. Isto é definido pelas dinâmicas sociais, pelo material disponível, por uma série de fatores que não dependem em nada do arquiteto. Cada projeto, cada contexto, sempre constitui uma situação nova, com todas as suas particularidades. Não existe um método pronto e universalmente válido em arquitetura. O importante é querer aprender junto, construir junto e analisar junto, e ir descobrindo ao mesmo tempo em que age, qual é o seu papel. Construir o caminho à medida que anda e observa, e é também construído pelo caminho que trilha.

O Projeto Nossa Casa

Refletir sobre a relação entre arquiteto e cliente/usuário e tentar descobrir qual é a contribuição de cada um para a construção de um conhecimento e uma prática baseados no diálogo de saberes é um desafio, como foi colocado. Para assumi-lo é necessário trilhar e construir um caminho que passa por uma interação real entre esses *atores*. O Projeto Nossa Casa foi concebido com este objetivo. Assim, este é um trabalho de reflexão e construção e reconstrução de um processo, e este processo torna-se, inevitavelmente, mais importante que o produto final. Além disso, é um trabalho essencialmente qualitativo.

Todo caminho começa de algum ponto, e neste caso trata-se de algumas referências iniciais. A principal delas foi a *tentativa* de estabelecer um processo dialógico com os moradores. A segunda foi a *forma* de estabelecer este diálogo, que engloba a decisão inicial por trabalhar com reuniões coletivas, onde foram utilizadas técnicas participativas e discussões com o grupo, visitas às famílias envolvidas buscando uma aproximação maior com cada uma e fazendo eventuais levantamentos de dados, e a realização de oficinas de desenho técnico, onde seriam passadas às famílias noções de representação gráfica técnica (planta baixa, vistas, escala, leiaute, ...), possibilitando-lhes tanto esboçar mais claramente suas idéias quanto entender e avaliar um projeto arquitetônico de acordo com suas necessidades. É importante enfatizar que trata-se apenas de um ponto de partida.



Ao longo do processo cada uma dessas referências puderam ser analisadas, criticadas e reconstruídas. Foi possível questionar não só as referências iniciais como outros aspectos mais profundos, como a relevância do projeto arquitetônico enquanto processo e enquanto linguagem, qual é a sua representação para os não-técnicos das áreas afins, o ensino de arquitetura enquanto produtor de instrumentos utilizados para desenvolver e discutir o projeto arquitetônico, os aspectos relevantes para o planejamento de um edifício residencial e sua representação para os usuários destes espaços.

As descrições, análises e relatos apresentados pretendem demonstrar como foi construído e percorrido este caminho, como surgiram os questionamentos e como eles foram tratados. Enfim, como a idéia de planejamento da casa tornou-se mais adequada que a de projeto e como a aproximação com as famílias e seu conhecimento dependeu muito mais de questões subjetivas, no sentido de humanas mesmo, que de métodos científicos convencionais, ainda que qualitativos.

2. A escolha das famílias

Para realizar este trabalho foi feita uma parceria com a ONG evangélica Rebusca, que apresentava demanda de habitação para algumas das famílias assistidas, o interesse em construir, e a preocupação em que estas casas atendessem às necessidades dessas famílias. A instituição pôde selecionar as famílias para participarem do Projeto, e contribuiu com apoio operacional. É fundamental salientar que os projetos elaborados vão ser executados, o que fez com que o processo não se tornasse uma mera simulação ou criasse expectativas desnecessárias para as famílias envolvidas.

Assim, o Projeto Nossa Casa envolveu sete famílias residentes em Nova Viçosa e Posses, bairros periféricos e contíguos, localizados em Viçosa, Zona Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil, assistidas pela Rebusca.

3. O processo

As dezenove reuniões coletivas foram realizadas na creche da Rebusca localizada em Posses. Para facilitar o primeiro contato com as famílias, um representante da instituição nos acompanhou durante as três primeiras reuniões.

Após a apresentação da equipe, começa-se a falar sobre o que é planejamento e são dados exemplos do planejamento de um dia (com exemplos



simples como lavar roupa, arrumar a casa) e de planejamentos maiores, que devem ser escritos. A noção de planejamento e projeto: *O projeto de uma casa é um planejamento escrito do que se deve fazer na construção dessa casa. Este trabalho será feito com a casa, o local de moradia de vocês.* A expectativa que se tenta criar é de eles aprenderem a fazer o projeto de sua casa e entenderem aspectos relativos ao papel deles e dos órgãos públicos em relação à construção e manutenção do espaço e à regularização de casas e lotes.

O próximo passo do trabalho é discutir com as famílias sobre seus problemas, causas, caminhos e soluções, e seu papel nesse contexto. Nessa discussão, é importante o aspecto relativo à desconfiança em relação ao trabalho e à equipe, que gera uma espécie de insegurança para se expor, afinal é a vida deles que está sendo discutida. Esta desconfiança faz com que a discussão se mantenha num nível mais superficial, em que são mencionados problemas relacionados ao espaço público – drenagem, calçamento, coleta de lixo, acessibilidade, coleta de lixo, esgoto – ou problemas físicos da casa e do terreno – umidade, mofo, topografia. Outra observação feita foi a falta de noção de grupo: cada morador falava apenas de problemas relativos à sua própria casa ou rua, com poucas exceções. O projeto da casa, como caminho, só é mencionado se perguntado sobre ele (eles não falam espontaneamente que para construir uma casa é necessário um projeto, só falam a princípio em dinheiro, materiais de construção, lote, depois mão-de-obra, e o projeto só aparece quando é perguntado sobre para que serve este trabalho que está sendo feito lá.) Aqui, pode-se observar que ainda não existe muito por parte deles a noção de o quanto o planejamento ou o projeto é importante, no sentido de pensar e desenhar e ver as possibilidades antes de começar a fazer – talvez esta noção se enraíze ao longo do trabalho ou talvez a cultura deles de conseguir o lote, depois o material que intuitivamente ou pelo conhecimento prático sabem que vão gastar, e então construir a casa, sem refletir muito antes sobre muitos “detalhes” fosse muito sólida – assim o projeto arquitetônico tornaria-se uma coisa dispensável, ou na melhor das hipóteses, algo acessório, secundário. Com o andamento do trabalho foi ficando mais claro para a equipe e mesmo para eles até que ponto é importante planejar e projetar a casa. A forma como eles se referem a determinados problemas e caminhos dá a impressão de que eles não têm muito clara a visão de higiene e saúde, e da relação destas duas coisas, nem de limpeza pública e saúde pública, ou da relação entre saneamento básico e saúde.

Um outro momento do trabalho envolveu o desenho coletivo de um mapa do bairro. Como a maioria das pessoas não estava familiarizada com um mapa, foi possível que elas buscassem suas próprias formas de fazê-lo



O desenho começa por um espaço público que serve de referência, que identifica, que confere identidade espacial – a casa é perto da praça, onde tem a Igreja Presbiteriana – isto basta para identificá-la. A casa, juntamente com a rua, são os elementos que identificam a família. Por isso não tinha problema “diminuir” um pouco as outras ruas, para caber a sua. Mas também é importante a questão da referência de localização: é necessário passar por tantas ruas, virar, subir um morro, e então chega a “minha rua”. As pessoas distorcem e esquecem algumas ruas, ao mesmo tempo em que se empenham com esmero em desenhar sua casa. E a desenham como a vêem, a frente, com porta, janela, escada, telhado,... em alguns casos aparece o limite do lote e cercas, mas em geral, a casa é o elemento mais importante. É interessante que, quando alguém tinha dúvidas em localizar sua casa no terreno, ia se orientado, às vezes com ajuda de outras pessoas, por outras referências, como a Rebusca, a “virada para as posses”, quantas ruas e morros tinham. Pode-se ressaltar, novamente, dois aspectos principais que constituem as referências: a referência de localização e a referência de identidade. Em relação a outros edifícios, a referência também está muito relacionada ao uso, à participação que esses edifícios têm na vida das pessoas: como a própria praça, que é muito freqüentada e marcou romances de diversas pessoas, a padaria onde se compra o alimento, a Rebusca que assiste as famílias. Edificações grandes e sedes institucionais de forma e escala marcantes, como escolas e outras igrejas, não aparecem no mapa. A história particular das pessoas é que fazem alguns elementos terem um valor simbólico mais forte para ela. Rosângela, por exemplo, parece uma pessoa sensível e sofrida, e tem um companheiro que mora em outra cidade, por isso os banquinhos, o ponto do ônibus em que espera ou se despede de alguém de quem gosta. No entanto, há o fato de que estamos trabalhando basicamente com mulheres, e mulheres que não utilizam muito os ônibus, por saírem pouco de casa ou pelo custo do transporte coletivo. Ao longo das idas ao bairro, várias vezes encontramos algumas dessas mulheres caminhando, longe, com sacolas. As pessoas são motivadas a falarem sobre outros locais que não sejam suas próprias casas, como locais públicos, bares, mercearias, equipamentos urbanos. Eles sabem localizar estes elementos, quando lhes é pedido, mas não o fizeram espontaneamente, e às vezes há discussão e divergência de opinião sobre estas localizações. Isto pode significar uma relação mais distante, se considerarmos que a praça, a Rebusca e outros elementos tinham sido marcados. A noção de espaço coletivo é falha, elas sempre tendem a fazer apenas o que "diz respeito" diretamente a elas. Ao longo da técnica, ficou marcada a falta de senso de grupo. Os elementos representados, as falas, as discussões a respeito da localização (ruas, e alguns edifícios), existência (pontos de ônibus, orelhões) ou mesmo grau



de satisfação (no caso da saúde) demonstraram que as construções das referências dependem muito da experiência pessoal de cada um. Assim, se numa escala macro pode-se falar em referência, imagem ou identidade de grupo, numa escala pequena, em que não se trata de uma massa populacional, ou classe, ou bairro, mas um pequeno conjunto de famílias representado em geral pelas mulheres, fica claro que a relação com o espaço construído, ou a possibilidade de determinados elementos se tornarem marcos, referenciais, ou de imagem forte, depende de questões sociológicas e psicológicas que atuam a nível de grupo e de indivíduo, e que muitas vezes são estes aspectos que conferem o caráter simbólico de determinado elemento, mais que a forma ou imagem ou função daquele elemento em si.

Um aspecto importante da técnica do mapeamento coletivo é a riqueza de discussões que permite, pois é possível estimular reflexões sobre os vários elementos que compõem o espaço e influenciam na via deles, ressaltando questões sociais e ambientais, como a questão da saúde, neste caso, que não são contempladas num mapa mental feito sem muita discussão e apenas com uma análise psicológica do produto final. É interessante observar a carga subjetiva dessas descrições, explicitadas nas suas expressões faciais ao falarem, ou na própria forma de descrever o "seu" espaço. As falas, ao contrário dos desenhos, enfatizam mais a rua e o lote que a casa. Embora as pessoas descrevam o que tem no lote, em geral não fazem isso no mapa. Elas não falam da posição da casa em relação à rua, com exceção da Vanilda, cuja casa está muito abaixo do nível da rua. Também é perceptível um certo constrangimento, e ao mesmo tempo um certo cuidado, para descrever a casa. A casa tem valor simbólico de intimidade e eles ainda não gostam muito de se expor.

A falta de noção de grupo torna evidente que em termos de trabalho participativo não se justifica uma intervenção a nível de bairro como um todo, porque são poucas pessoas e principalmente porque elas não têm noção de coletividade. Por isso a partir daqui enfatizamos o espaço da casa e seu entorno imediato.

A primeira discussão a respeito dos fatores condicionantes de um projeto permitiu que ficasse clara a idéia de que o projeto arquitetônico, como linguagem e como processo, é algo alheio à realidade destas pessoas. Como linguagem gráfica formal e sistematizada, o projeto de arquitetura é um documento burocrático, necessário para se ter acesso à casa, no nosso contexto específico, porque em muitos casos, ele nem é um documento necessário. Em termos de processo de projeção, no sentido de pensar a



casa, seus materiais e características, antes de construí-la, os elementos que constroem essa imagem da casa são dados pelo senso comum, de maneira que a construção material da casa é um processo quase automático, no sentido de não haver uma reflexão muito crítica ou profunda a respeito desses elementos. Além disso, existem aqui alguns casos em que a pessoa se recusa mesmo a construir essa imagem e externá-la, no sentido de tornar-se um sujeito passivo no processo de aquisição da casa – quer que alguém lhe dê uma casa pronta, não importa como ela vai ser. Assim, já é algo pré-definido que a casa, para o padrão de vida dessas pessoas, tem sempre as mesmas características, não importa as peculiaridades da família, o local do lote, o sol, o vento, os materiais existentes, os seus sonhos. Por isso toda a reflexão precisou ser provocada e estimulada e questionada, mas as condicionantes acabaram aparecendo, e as particularidades de cada família, alguns de seus saberes e conhecimentos acabaram aparecendo. Se as pessoas não costumam pensar nessas variáveis sempre, e conscientemente, não é por falta de capacidade ou porque esses elementos não tenham realmente nenhuma relevância para eles, mas talvez porque lhes falte estímulo para refletir e auto-estima para assumirem suas necessidades simbólicas como necessidades reais, e não apenas incorporar as imagens e conceitos que lhes são transmitidos pelo seu cotidiano e pelos grupos dominantes. Mas o projeto arquitetônico e o processo de projeção tecnicamente definidos e consagrados realmente são alienígenas à sua realidade, e parece não lhes ser nem um pouco necessário.

A etapa seguinte trazia a proposta de ensinar desenho técnico às pessoas. Foi baseada no pressuposto de que para dialogar com os técnicos da arquitetura e da engenharia, assim como com possíveis instituições financiadoras ou doadoras, este conhecimento seria fundamental. O objetivo não era que eles passassem a dominar profundamente a representação gráfica técnica, nem que aprendessem a detalhar profundamente um desenho arquitetônico. O que se buscava era que eles tivessem acesso ao conhecimento mínimo necessário para ler, entender e analisar criticamente um projeto de uma casa, de acordo com suas necessidades. Assim eles não ficariam expostos aos processos "pseudoparticipativos", em que lhes são apresentados projetos em uma linguagem totalmente alienígena a eles, e é perguntado se eles aprovam, e de fato eles o fazem, sem saber direito o que estão aprovando, e sem coragem de exigir uma explicação ao seu alcance, por sua insegurança e por sua idéia de inferioridade em relação a quem lhes apresenta o projeto. No entanto, a dificuldade das pessoas frente a esse novo conhecimento que lhes estava sendo apresentado, a conceitos como o de planta-baixa, medidas, proporções, escala, chamou a atenção. Esta dificuldade, no caso da planta-baixa, e dos símbolos gráficos



que lhes são inerentes, assim como a escala, a princípio, pareceu ser causada pelo pouco tempo disponível para trabalhar com esse tipo de representação. Havia no cronograma apenas duas reuniões para a oficina de desenho técnico, e uma para oficina de maquete. A falta de uma maquete específica para mostrar o que estava sendo discutido contribuiu para acentuar o problema. De qualquer forma, ficou claro que o tempo era curto demais, até porque mesmo conceitos como medidas e proporção mostraram-se difíceis de ser assimilados. Criou-se o seguinte problema, que também foi percebido pela: como passar pelo menos as noções de medidas (trensas, metros, centímetros,...) e a "leitura" de uma planta-baixa em tão pouco tempo? Este problema teria de ser resolvido com base na intuição, na reflexão e talvez com alguma criatividade, já que não havia instrumentos técnico-teórico-metodológico-didáticos para solucioná-los. Assim, a reunião seguinte foi conduzida dessa forma, com observação cuidadosa dos resultados durante as atividades. Após essa reunião foi possível confirmar o quanto estavam sendo intuitivas e falhas as tentativas de ensinar o desenho técnico à maioria daquelas pessoas

Na terceira oficina de desenho técnico e primeira de trabalho com leiaute começou a formar-se a idéia de que o problema não estava exatamente em procurarmos uma forma de ensinar noções de representação gráfica em arquitetura de maneira eficiente e com pouco tempo. Tentar ensinar às famílias este tipo de representação para que elas pudessem dialogar com os técnicos parecia esconder o fato de que os técnicos é que não têm instrumentos para dialogar com as pessoas não-técnicas, especialmente no caso da Arquitetura. Isto porque as pessoas conseguiam construir mentalmente uma imagem que para elas era clara, mas não conseguíamos entender completamente a expressão dessas imagens, se elas não tivessem expressadas da única forma sobre a qual sabemos dialogar, que é o desenho técnico.

Depois houve mais uma reunião para oficina de desenho técnico. Deixou-se de falar em escala desde o segundo dia de oficina, e nem se falou em corte, planta de cobertura e situação. Mesmo a tentativa de trabalhar a planta baixa através do leiaute (este termo não foi usado com eles), não tinha chegado a um ponto em que eles pudessem reconhecer os elementos do desenho e avaliar uma planta baixa com destreza, a partir da distribuição de portas, janelas, organização das instalações e possibilidades para distribuição da mobília. No entanto podia-se perceber com certo grau de certeza que apesar disso era muito clara para eles a imagem de sua casa atual assim como da casa reformada ou nova. Eles conseguiam pensar em posições de móveis, comunicação entre os cômodos, relação com



o terreno, a rua e os vizinhos, e discutir essas coisas com certa segurança, apesar de não conseguirem mostrar isso com facilidade de maneira técnica. No entanto, apenas quando eles representaram dessa maneira, e explicaram suas representações, é que ficaram claros todos estes aspectos.

Consolidou-se então a idéia de que os problemas de instrumentos para entender as imagens que as pessoas construíam de sua casa, as suas necessidades e expectativas, de maneira mais profunda, eram problemas que diziam respeito à formação acadêmica, e não ao saber deles. Estas pessoas tinham sua própria maneira de construir suas representações, de expressá-las, de discuti-las e construí-las depois de determinadas reflexões. Assim era necessário que se criasse algum mecanismo de análise e discussão dos aspectos que constituem o planejamento de uma casa (aqui não falo mais em projeto), do ponto de vista técnico e do ponto de vista do senso comum, para possibilitar um diálogo mais rico e assim chegar a um resultado mais positivo, nos dois pontos de vista.

A partir daqui, foi retomada a discussão dos fatores que influenciam o planejamento da casa, mas através de discussões e registros verbais, para verificar até onde isso seria possível sem o uso da representação gráfica técnica.

A discussão sobre as condicionantes foi retomada, e a matriz de condicionantes inicial foi utilizada para uma continuação da discussão anterior, não no sentido de retomar item por item, perguntando como cada um condicionava a casa, mas com o objetivo de nortear a continuação das discussões, e realçar a idéia de processo. Inicialmente, limitação para eles é dinheiro, que definia inclusive os objetivos e necessidades da pessoa. Depois, com as reflexões sobre "objetivos e necessidades da pessoa", eles definem que é importante "pensar antes de fazer" – planejamento. Tudo continua condicionado ao recurso financeiro disponível. Questionados sobre o que podem fazer sem dinheiro, aos poucos eles demonstram seu saber e sua criatividade: construção com terra crua para economizar materiais, fogão a lenha com serpentina para economizar gás de cozinha e energia elétrica e serragem para substituir a lenha, aproveitamento da água de chuva para economizar na conta de água. Apesar de condicionadas à questão financeira, deve-se ressaltar que a importância dessas alternativas foi dada pelas famílias. E reflete sua cultura, pois todas as famílias envolvidas no Projeto já tiveram algum contato com as práticas citadas.

As discussões seguintes tiveram o objetivo de estimular que as famílias refletissem sobre suas representações relativas a alguns elementos da casa. A questão da "casa de laje", julgamentos de valor sobre estrutura,



vedação, determinados materiais ou mesmo a casa como um todo. Com estas reflexões, as famílias puderam analisar criticamente suas representações e as reconstruir.

A partir daí buscou-se discutir sobre a influência de outros fatores na casa. Eles analisaram a conformação do terreno, cortes e aterros, a trajetória do sol, o principal sentido do vento, das chuvas e das tempestades, refletiram sobre o comportamento desses fatores e o que poderia ser diferente se eles fossem considerados antes de construir a casa.

Na última parte da discussão sobre condicionantes e possibilidades, eles falaram sobre alguns materiais, pesquisaram custos, definiram consumos, fizeram orçamentos. Desse modo, todas as famílias puderam ter uma aproximação inicial com alguns elementos ligados à construção da casa, expor seus conhecimentos e suas dúvidas.

Em todas as discussões sobre os fatores que interferem na casa as pessoas começavam afoitas e dando respostas automáticas. Ao longo de cada reunião, e à medida em que eram incentivadas a pensar e falar, ia aumentando o grau de reflexão.

No final do processo, eles apresentaram as propostas para sua casa nova ou reforma, definiram técnicas, materiais, e alguns "detalhes", como orientação solar de algum cômodo com uma justificativa. Todas as propostas são diferentes entre si e foram apresentadas de maneira diferente. No entanto, elas têm muito em comum: a aplicação das alternativas que as famílias haviam definido, uso de mosaicos de cacos de cerâmica para pisos e revestimentos, pintura com cal, utilização de material de demolição, quando possível. Definiram também uma ordem de construção e reforma das casas e se capacitaram para trabalhar juntas.

4. A análise do processo

Ao longo do processo foi possível confirmar que os moradores conseguem mentalmente construir imagens claras dos espaços, e fazer análises, discussões, considerações e previsões a partir delas. No entanto, em vários momentos ficou claro que essas imagens mentais são representações sociais, dadas pelo senso comum e pela sua experiência cotidiana. É necessário estimulá-los a externalizar, mesmo que apenas verbalmente, essas representações, para que possam ser criados e estimulados processos de reflexão, através do diálogo. A partir daí é que eles conseguem refletir criticamente e re-construir suas imagens. Esse processo é mais simples para uma pessoa que para outra. Ao que tudo indica, ele não pode ser realizado apenas no nível do diálogo verbal. Devem ser construídos pelo arquiteto, outros instrumentos para intensificar e aprofundar as reflexões e experi



mentações, através de outras formas de diálogo. Há que se tentar desenvolver formas de linguagem neste sentido, de maneira que o arquiteto possa entender melhor a expressão do cliente/usuário e este, por sua vez, descubra, crie e experimente formas de expressão que não condicionam sua forma de enxergar o espaço (físico), mas lhe permitam externar suas imagens e analisá-las criticamente, reconstruindo-as de forma consciente e segura, de acordo com seu saber, suas necessidades práticas e simbólicas e suas possibilidades, a partir do diálogo efetivo com o arquiteto.

A partir da análise crítica e conseqüente desmistificação de determinadas representações sociais relativas à habitação, as pessoas podem valorizar mais sua cultura e seu saber, e estar mais receptivas a construir um conhecimento novo com base na interação com o saber do arquiteto. No Brasil, grande parte da população urbana de baixa renda e da população camponesa tem algum contato com a arquitetura de terra crua, ainda que de baixa qualidade. A partir do momento em que valorizam este saber e desejam aprimorá-lo, existe um processo realmente participativo, em que o espaço é realmente pensado e construído por eles, torna-se um elemento que recebe atenção e zelo por parte dos moradores. Aqui se tem o significado, o pertencimento, o cuidado, a reprodução da arquitetura de terra crua.

Referencias

(1) O trabalho apresentado aqui corresponde apenas à primeira etapa do Projeto Nossa Casa, que termina com a elaboração de estudos preliminares do projeto arquitetônico. (na conclusão). A parte de desenvolvimento, rediscussão e detalhamento das propostas encontra-se em andamento. Posteriormente, há uma fase de capacitação. Enfim, a etapa da construção. Todas as etapas do Projeto estão permeadas pela tentativa de captar recursos para viabilizar a execução das propostas.

(2) Esta concepção pode ser encontrada em CAPRA, Fritjof. *A Teia da Vida – Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 2001. 6^a ed.

(3) LAMBERT, Willian W. *Psicologia Social*. Trad.de Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

(4) LELIS, Natália. *Arquitetura e participação social: uma reflexão sobre o lugar do arquiteto*. Monografia apresentada como parte das exigências para conclusão do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Orientador: Pedro de Novais Lima Júnior. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.

(5) GUARESI, Pedrinho; JOVCHELOVITCH, Sandra (orgs). *Textos em Representações Sociais*. Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, 1995.

Autores

Natália Lelis: Arquiteta e Urbanista graduada pela Universidade Federal de Viçosa. Realizou trabalhos com metodologias participativas e transdisciplinaridade desde 2002. É membro observador do Proterra. Autora deste trabalho. Contato: natlelis@hotmail.com. Telefone: 31-38951067; 31-92025911.

Pedro Novais de Lima Júnior: Arquiteto, doutor pela UFRJ e professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Viçosa. É orientador deste trabalho. Contato: pnlima@highway.com.br Telefone: 31-38991979; 21-98898932.



FÁBRICA SOCIAL, APLICANDO TÉCNICAS PARTICIPATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA CRUDA.

**Escuela Técnica N°1 FAMAILLÁ.
Coordinador Gral.: Ing. Juan A. Nazur**

RESUMEN

"La Fábrica Social se define como un nuevo espacio comunitario destinado a producir colectivamente los materiales básicos, desarrollar técnicas constructivas y soluciones alternativas para la construcción de viviendas económicas de un amplio sector social y, contribuir a satisfacer las necesidades básicas de la comunidad"

La escuela elabora un nuevo proyecto para contribuir a revertir, desde nuestra posición ciudadana, el desmejoramiento de la calidad de vida, agravado en estos últimos años de crisis. En un primer abordaje del problema, la escuela proyecta habilitar consultorios de atención primaria y gabinete psicopedagógico, para sus alumnos, carentes de tan importantes servicios, sobre todo en esta franja de la sociedad que sufre flagelos como la adicción a las drogas y al alcohol, delincuencia juvenil, violencia familiar y la carencia de necesidades básicas indispensables.

Con tal finalidad se propone aplicar, con un enfoque pragmático-utilitario, el estudio de técnicas constructivas que utilizan materiales como la tierra cruda, de bajo costo y nulo impacto ambiental, que pueden ser aprehendidas por los alumnos y replicadas luego para mejorar el hábitat y las condiciones de vida de los sectores más carenciados de Famaillá.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ante la situación descripta, se presenta un proyecto que pretende acercar soluciones a esas realidades sociales, para lo cual es importante contar con estudios de alternativas constructivas que mejoren el hábitat existente y las condiciones de vida de esos sectores más cadenciados. El proyecto plantea construir en el predio de la Institución Escolar, 2 núcleos, empleando suelo cemento como material y con técnicas constructivas distintas.

- Sector 1: técnica con tapial estabilizado
- Sector 2: técnica construcción con bloques comprimidos de suelo-cemento.



En este trabajo, se aplicarán resultados de investigación tecnológica desarrolladas por el CRIATiC (Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda) sobre los que recibieron capacitación docentes y alumnos de la Escuela Técnica N° 1- Famaillá por parte de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

El proyecto mostrará la factibilidad de construir con tierra cruda usando el sistema de tapial estabilizado con técnicas simples, de fácil y rápida ejecución y permitirá nuclear la participación de asesores profesionales, docentes y alumnos en un trabajo interdisciplinario aplicando metodologías participativas y dando respuestas abiertas y convocantes tanto a la enseñanza-aprendizaje como al servicio comunitario.

Otro aspecto muy importante es que está proyectado que el prototipo de estudio brinde respuestas a los otros problemas sanitarios y de salud mencionado, es por ello que se programa habilitar en él consultorios de atención primaria y gabinete psico-pedagógico para los niños y jóvenes en edad escolar de la comunidad.

Finalmente orientaremos las acciones a la difusión y transmisión de conocimientos adquiridos con programas de Capacitación y Extensión a la comunidad, promoviendo la capacitación, el mejoramiento y la autoconstrucción en unidades locales.

OBJETIVOS

1. Lograr mediante la participación interinstitucional universidad – escuela, la construcción de un prototipo experimental en donde se desarrollen procesos de enseñanza – aprendizaje, aplicando, integrando y articulando competencias y saberes de distintas disciplinas.
2. Desarrollar las competencias profesionales en los alumnos mediante la práctica experimental vinculando los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas concretos de la comunidad.
3. Formulación y aplicación de una metodología de trabajo interdisciplinario integrado en el campo del diseño arquitectónico y el diseño tecnológico aplicado a la arquitectura de tierra cruda
4. Incentivar proyectos que enmarquen actividades de investigación – acción tanto en docentes como en alumnos.
5. Aplicar tecnologías apropiadas en pequeñas construcciones del hábitat social como los prototipos experimentales propuestos, con técnica de tapial estabilizado.
6. Obtención de datos estadísticos relativos al comportamiento físico - mecánico (resistencia, durabilidad, etc.) de los componentes básicos y elementos constructivos del sistema diseñado y sus cualidades ambientales (térmicas, hidrófugas) y económicas.



7. Contribuir al desarrollo de tecnologías de tierra cruda, a la materialización del proyecto y a la construcción de elementos constructivos – estructurales y a su difusión y transferencia a la comunidad.

DIAGNOSTICO –situación SIN proyecto–

La información obtenida de diferentes fuentes: encuestas realizadas por nuestros alumnos en el año 1999 en barrios peri-urbanos y marginales; registros estadísticos de la Municipalidad local, Dirección de Catastro de la Provincia y el Instituto Provincial de Desarrollo Urbano; nos permiten concluir que un importante sector de la población de Famaillá habita en viviendas precarias, viven en condiciones de hacinamiento y no poseen una infraestructura sanitaria básica. La mayoría de estas familias no poseen trabajo fijo, los jefes de familia se desempeñan en tareas temporarias (cosecha de caña, limón o frutilla) o bien son beneficiarios de planes sociales, lo que les impide acceder a una vivienda digna o mejorar las condiciones de la que poseen. En cuanto al aspecto sanitario, observamos que la población mencionada sufre diferentes flagelos (parasitosis, alcoholismo, adicción, violencia familiar, desnutrición etc.) y los niños y jóvenes que provienen de esas familias no tienen atención médica primaria ni odontológica. En cuanto a las características observadas en la población estudiada puede concluirse que:

- El 100% de las viviendas son de madera, cartón o chapas en malas condiciones.
- El 100% de las viviendas posee letrinas elementales en muy mal estado.
- Un mínimo porcentaje posee agua potable.
- Sus habitantes viven en total hacinamiento.
- En cada vivienda habita un promedio de 6 personas.
- Los jefes de hogar de las familias son desocupados, sub-ocupados o reciben beneficiarios de planes "Jefas y jefes de hogar".
- Los niños no tienen control sanitario ni odontológico.
- Alcoholismo y violencia familiar en muchas familias.

Ante esta problemática la escuela propone paliar esta situación construyendo consultorios para asistencia psicopedagógica, médica y odontológica, con sistemas constructivos no tradicionales, con el uso de suelo – cemento. Este proyecto es más ambicioso, porque considera esta experiencia de gran importancia, desde el punto de vista técnico, para aplicarlo a la construcción de viviendas de bajo costo, con técnicas simples, y usando un material ecológico y abundante en la naturaleza como la tierra cruda.



FUNDAMENTACIÓN – JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Justificamos nuestro proyecto, teniendo en cuenta dos problemáticas que parten de un mismo origen: la grave crisis económica-social que se agravó en estos últimos años.

Las problemáticas a resolver son:

- Los flagelos sociales que sufren los jóvenes de las comunidades educativas del medio.
- El déficit habitacional del departamento Famaillá.

Fundamentamos construir con técnicas constructivas no tradicionales, para experimentar y demostrar la factibilidad de uso del suelo-cemento en tapias estabilizadas y con bloques comprimidos aplicando técnicas simples y de bajo costo. Esta experiencia nos permitirá su posterior aplicación en proyectos más ambiciosos como viviendas de interés social. La intención es encontrar sistemas constructivos de bajo costo y de rescatar canales de autoayuda, participación y movilización social de sectores cadenciados procurándose su propio hábitat.

La importancia de ésta propuesta radica en que se parte de un material abundante, económico, reciclable y que requiere para su empleo menor energía de producción respecto a otros materiales industriales, es decir un material amigo de la ecología, regional y no contaminante. Otro de los aspectos que justifican ésta técnica constructiva es que forma parte del conocimiento de la gente por sus potencialidades para desarrollar sistemas de autoconstrucción.

Desde ésta perspectiva, el uso de tierra cruda, materia prima económica, reciclable como ninguna otra, constituye en nuestro medio, una vía válida y eficaz para poseer viviendas dignas para amplios sectores de nuestra población, hoy carentes de techo o viviendo en total indigencia y hacinamiento.

Al destinar los espacios creados a la atención de la salud de las poblaciones estudiantiles de la zona, la concurrencia masiva de las mismas permite dar soluciones a la problemática en dos aspectos:

- Constructivo (estudio, difusión, capacitación de la técnica constructiva)
- Sanitario



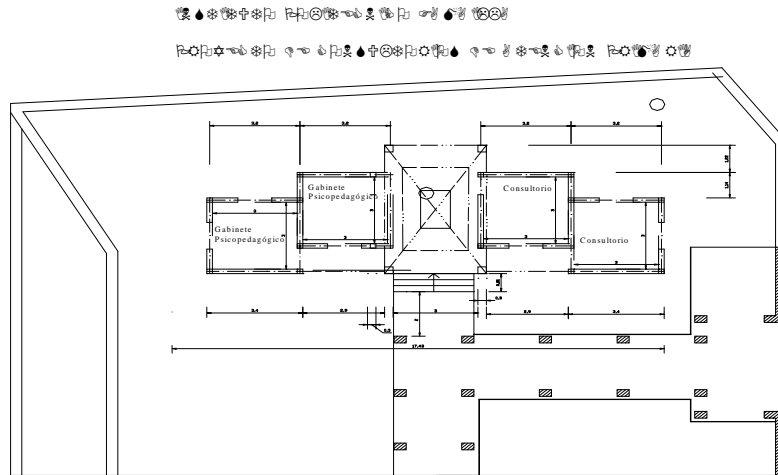


Figura N° 1

ETAPAS DEL PROYECTO

1- CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN DE ALUMNOS Y DOCENTES.

Por un convenio firmado por nuestra Escuela y el LEME-FAU en estos últimos años, nos permitió estar asesorados por sus profesionales, y profundizar sobre la construcción con tierra cruda.

La capacitación de docentes y alumnos se dio a través de prácticas en el laboratorio de la FAU, realizando ensayos de límite líquido, límite plástico, densidad máxima, humedad óptima, sedimentación, etc. Los ensayos de suelo de la zona se realizan en la Cátedra de Construcciones I. Este asesoramiento nos permite lograr la mejor dosificación de los suelos – cemento.

También se dieron charlas en nuestro establecimiento y en el laboratorio de la Cátedra antes citada. Se realizaron prácticas de elaboración de bloques comprimidos en el campo experimental de la FAU donde se pudo apreciar las bondades del método y su fácil ejecución.

2- ELABORACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación de la obra es en el terreno de acceso al establecimiento, el proyecto fue elaborado por los profesionales de la escuela y contempla dos núcleos de consultorios con medidas mínimas indispensables para el funcionamiento eficiente de los mismos.



Las pautas de diseño a tener en cuenta son:

- Un acceso directo e independiente del resto del edificio.
- Construir los núcleos al más bajo costo.
- Utilizar la tierra cruda con distintas técnicas constructivas.
- La ejecución de los prototipos será realizada por alumnos del ciclo superior como práctica en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Elaboramos el proyecto de los prototipos eligiendo como técnicas constructivas, tapial estabilizados y bloques comprimidos de suelo – cemento. Preparamos la documentación técnica necesaria: planos de replanteo, plantas, cortes, maquetas de detalles constructivos y volumétricas, y además se confeccionó un programa de avance de obra.



Figura N° 2

Propuesta Técnica

Construir dos prototipos con técnicas constructivas diferentes.

Etapa 1: Gabinete psicopedagógico, técnica tapial estabilizado.

Etapa 2: Consultorio de atención primaria de salud, técnica bloques comprimidos de suelo – cemento.

Elegimos estos sistemas porque nos permite experimentar y monitorear el comportamiento físico – mecánico necesario para llevar adelante futuros proyectos de vivienda de interés social que se adapten perfectamente para ser aplicados en sectores marginales, por los siguientes puntos:



- Utilización de tierra estabilizada con material local y abundante.
- Empleo de mano de obra no especializada.
- Técnicas simples en procesos de fabricación al pie de obra.
- Reducción de costos.

Esta sectorización trae aparejado una planificación por etapas y sub-etapas. El tiempo aproximado o estimado será de 14 meses.

Cada uno de los sectores puede desarrollarse en 6 a 7 meses, estimando posibles imprevistos normales de toda obra en construcción.

Estos tiempos contemplan la construcción y equipamiento de los módulos mencionados, pero el proyecto continúa dada la función social, de investigación, monitoreo y difusión que cumple el prototipo.

Nº	NOMBRE DE LA ETAPA	ACTIVIDADES	TIEMPO (Meses)	DESCRIPCIÓN BREVE DE LAS ACTIVIDADES
I	SECTOR 1	1. NIVEL FUND.	1 mes	Replanteo y construcción de sillares.
		2. ESTRUCTURA ANTISÍSMICA	1 mes	Columnas y vigas de encajados, superior e inferior de H ⁹ A ⁰ .
		3. TAPIAL	1 mes	Tapial estabilizado de 0,20m de espesor.
		4. CUBIERTAS	1 mes	Cubiertas livianas de chapa galvanizada y estructuras metálicas.
		5. PISOS	1 mes	Contrapiso de H ⁰ y piso de mosaico.
		6. CARPINTERIA /Terminación de obra	1 mes	Carpintería de madera, revoques interiores, cielorrasos de madera machihembrada, instalaciones eléctricas, pinturas.
		7. EQUIPAMIENTO		Fabricación y provisión de mobiliario.

Figura Nº 3





Figura N° 4



Figura N° 5

3- PROCESO DE EJECUCIÓN DEL TAPIAL ESTABILIZADO (MURO MONOLÍTICO).

Utilizamos para la ejecución del tapial mezcla estabilizada en proporción 10:1 y compactada manualmente con pisones de madera dura, encofrados de placas fenólicas cuya modulación es de 3,15m x 0,80m.

Módulo básico: dimensiones 315cm x 80cm x 20cm

Altura de capa: 20cm

Tierra – procedencia: Las Banderitas – Famaillá.

Dosificación: 10:1 tierra – cemento.

Agua de mezclado: conforme a lo determinado por ensayo.

Se preparó el material manualmente y se realizaron las siguientes prácticas, ejecutadas por nuestros alumnos:

- Zarandeo de la tierra.
- Mezcla en seco de la tierra con el cemento hasta obtener color uniforme.
- Humectación por aspersión, controlada con frecuentes pruebas de campo (caída de la bola).
- Vertido en el molde – tapialera, previamente tratada con aceite vegetal de lino en capas de 20 cm. de espesor.
- Enérgico apisonado hasta alcanzar una óptima compactación, manifiesta por el rechazo del pisón. Se requieren 5 vueltas completas de apisonado por capa.
- Desmolde.
- Se cubrió el muro con polietileno negro de 2 micras.



Figura N° 6

Cabe destacar que la preparación de los encofrados se realizó en los talleres de la Escuela, por los alumnos y los docentes.

4- MONITOREO DEL PROTOTIPO

El comportamiento físico – mecánico se realizará mediante un monitoreo periódico durante 18 meses, en los que se efectuarán observaciones, mediciones y pruebas directas en el prototipo.

Estas consistirán en:

- Control de fisuración: Observación, medición y registro del tipo, número y dimensiones de las fisuras producidas por cada metro lineal de muro.
- Control de dureza: Estimación de la resistencia al rayado y a la penetración utilizando clavo de acero galvanizado de 4 Mm. de diámetro y punta paris, un martillo bola de medio Kg., una regla milimetrada y un calibre pie de rey de 30 cm., para medir ancho y profundidad de la impronta.
- Resistencia a la compresión: Estimación por medición indirecta con esclerómetro

5- TRANSFERENCIA HACIA LA COMUNIDAD.

Finalmente orientaremos las acciones a la difusión y transmisión de conocimientos adquiridos con programas de Capacitación y Extensión a la comunidad, promoviendo la capacitación, el mejoramiento y la autoconstrucción en unidades locales.



En una primera etapa se puede realizar cursos de capacitación teórico-práctico en el Establecimiento con la participación de la FAU.

Se trata de difundir los resultados parciales y finales del sistema constructivo mediante el diseño e impresión de cartillas técnicas con información gráfica y literal. También se tratará de potenciar las técnicas de construir con tierra cruda capacitando a nuestros egresados que serán nuestros referentes técnicos en la comunidad.

VINCULACIÓN CON CONTENIDOS CURRICULARES.

Contenidos Procedimentales:

- Extracción, ensayo, análisis y estudio de muestras de suelo.
- Determinación por medio de diferentes métodos la composición de la tierra.
- Ensayos con suelo-cemento en las distintas alternativas constructivas.
- Determinación del prototipo de letrina.
- Realización de proyecciones y perspectivas en diferentes escalas.
- Determinación del tipo de material a utilizar en la construcción.
- Determinar el costo de los materiales a utilizar.
- Utilización de los recursos didácticos disponibles en la escuela.
- Realización de encuestas. Análisis de la calidad de vida de la comunidad.
- Análisis poblacional. Estudio del déficit habitacional. Consulta de estadísticas.
- Análisis del comportamiento del hombre con el medio ambiente.

Contenidos Actitudinales:

- Tomar conciencia de la problemática.
- Tener actitud crítica para la resolución del problema.
- Responsabilidad ante el trabajo en equipo.
- Cumplimiento de los roles.
- Tomar conciencia de la importancia de la evolución, como factor de cambio de la sociedad.
- Solidaridad, conciencia de grupo, cooperación, capacitación.
- Respeto por el disenso, ideas y opiniones ajenas.

Participación en el proyecto

- Directivos: Evaluación de resultados, coordinación general y asesoramiento.



- Docentes: Coordinación, investigación, conducción del grupo, recopilación de información, y evaluación.
- Alumnos: Encuestas, reafición de informes, prácticas de laboratorio, extracción de muestras, ejecución de bloques y construcción del prototipo.
- Docentes universitarios: Asesoramiento, ensayos de laboratorio, charlas y monitoreo.

RECURSOS.

Recursos humanos: Contamos con un equipo de trabajo integrado por directivos docentes, y alumnos del ciclo superior del establecimiento, además del asesoramiento de los profesionales del CRIATiC-FAU.

Recursos materiales: Herramientas, maquinarias, además talleres de carpintería, ajuste, tornería, electricidad, herrería, y de la especialidad construcciones.

RESULTADOS ESPERADOS.

- Mayor equidad y calidad en la educación.
- Integración de esfuerzos de instituciones educativas y gubernamentales con fines sociales y educativos.
- Formulación y aplicación de una metodología de trabajo interdisciplinario integrado en el campo del diseño arquitectónico y el diseño tecnológico aplicado a la arquitectura de tierra cruda.
- Obtención de datos estadísticos relativos al comportamiento físico-mecánico (resistencia, durabilidad, etc.) de los componentes básicos y elementos constructivos del sistema diseñado y sus cualidades ambientales (Térmicas, hidrófugas) y económicas.
- Utilización del prototipo constructivo con fines educativos para la formación y capacitación sobre el tema específico de alumnos, técnicos y profesionales de la construcción.
- Transferencia del Proyecto a todos los ámbitos de la sociedad, organismos públicos y privados, comunidades.

EVALUACIÓN.

- ▶ De proceso: Durante la implementación del proyecto, se efectúa un monitoreo constante, en cada etapa. Pueden evaluar directivos, docentes, coordinadores y alumnos participantes. Se evalúan actitudes de nues



de nuestros alumnos, grado de interés en el proyecto, metodologías empleadas, aplicación de técnicas constructivas, comportamiento mecánico y físico de los materiales empleados, etc.

- ▶ De resultado: Los resultados obtenidos en las distintas etapas, fueron sorprendentes, por el nivel de transferencia de los aprendizajes y por el interés demostrado por nuestros alumnos, ya que con distintos grados de participación, se manifestaron algunos contenidos actitudinales con mayor fuerza, comprometiéndose ante la realidad de participar en proyectos innovadores que capten las necesidades de la comunidad. La idea de ellos, se afianzó, en poder llegar a solucionar la problemática planteada, mediante actitudes solidarias, comenzando por participar activamente.
- ▶ De impacto: Se evalúan los alcances del proyecto en sus futuras etapas de construcción, debido a que restan instancias del proyecto que aún no se desarrollaron, sobre todo la de transferencia hacia sectores de la sociedad, donde la escuela, tendrá un papel protagónico, muy enriquecedor como institución educativa.

IMPACTO SOCIAL

Este emprendimiento está pensado de manera que su implementación significa un impacto en diferentes áreas y dé respuestas a múltiples problemáticas:

- En lo **educativo**, contribuye con las políticas compensatorias que se focalizan en las escuelas de menores recursos a los efectos de mejorar la calidad educativa con equidad.
- En lo referente a lo **social**, se contribuye por una parte, a estudiar diferentes alternativas constructivas para ser aplicadas en futuros proyectos de viviendas de interés social. contribuyendo con la disminución del déficit habitacional y por otra parte, a mejorar el nivel y calidad de vida de la comunidad educativa de Famaillá
- En el aspecto **económico** se disminuyen los costos de construcción y mantenimiento, tanto por los materiales como por el sistema constructivo elegido para los prototipos.
- Desde el punto de vista **cultural**, el impacto se manifiesta por la transferencia de simples tecnologías y el conocimiento de nuevos materiales y nuevas técnicas constructivas, propiciando además un acercamiento entre importantes sectores de la sociedad, la Escuela y la Universidad.
- Se contribuye a la formación de recursos humanos, mediante el uso de prototipos construidos, como parte del aprendizaje específico de estudiantes de la Escuela y técnicos de la comunidad y/o dependencias oficiales.

CONCLUSIONES

- Fortaleciendo el aprendizaje-servicio e integrando la educación con el trabajo lograremos aplicar metodologías participativas, con un enfoque interdisciplinario, articulando acuerdos interinstitucionales, de fuerte vínculo entre la Escuela y la Universidad.
- Se aplicarán resultados de investigaciones tecnológicas desarrolladas por CRIATiC – FAU transferida a la Escuela y apropiadas por docentes y alumnos.
- Demostraremos la factibilidad de construir con distintas técnicas constructivas pero usando un mismo material, el suelo –cemento con bajos costos y técnicas simples, de fácil ejecución al pie de obra y realizadas por nuestros alumnos y docentes.
- Nos comprometemos a realizar el monitoreo de los prototipos, y a difundir los resultados obtenidos. Así también a realizar la transferencia de los conocimientos adquiridos hacia nuestra comunidad.

AGRADECIMIENTO:

Al Arquitecto Rafael Mellace. Director del LEME -CRIATiC–FAU./UNT

EQUIPO DE TRABAJO:

Coordinador general: Ing. Juan Antonio Nazur,
Docentes: MMO Héctor Hugo Correa; Arq. Estela Savino; Ing. Vicente Aguilar; MMO Francisco Sierra; MMO Ramón Ferro; MMO Esteban Moalla; MMO Rodolfo Homet.



BIBLIOGRAFIA

- Mellace, R.; 2002 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA - ETAPA II: PROTOTIPOS DE MUROS.** Publicaciones LEME, Latina, S.; Sosa, M.; Arias, E.; Alderete, C. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda - ISSN: 1514 / 1764
- Mellace, R.; 2001 **MEJORAS DE BAJO COSTO PARA MUROS DE TIERRA CRUDA. TUCUMÁN, ARGENTINA - ETAPA I: DISEÑO Y ENSAYOS PREVIOS.** Publicaciones LEME, Rotondaro, R.; Latina, S.; Sosa, M.; Arias, E.; Alderete, C. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda - ISSN: 1514 / 1764
- Mellace, R.; 1998 **ENSAYOS FÍSICOS DE SUELOS Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE TIERRA CRUDA. BOLICHE Y SALÓN DE FIESTAS K-SAMA – SANTA MARÍA, CATAMARCA-** Publicaciones LEME Serie: Alderete, C. Componentes constructivos de la envolvente - ISSN: 0328/3240
- Rotondaro, R.; 1997 **ENSAYOS DE SUELOS. PROYECTO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE TIERRA CRUDA - ETAPA I: REGIÓN NOA - JUJUY, ARGENTINA.** Publicaciones LEME Serie: Mellace, R. Componentes constructivos de la envolvente - ISSN: 0328/3240

Autores

Juan Antonio Nazur: Ingeniero en Construcciones. Director de la Escuela Técnica N° 1. Coordinador de Recursos Físicos del Hospital Avellaneda de S.M. de Tucumán.
Domicilio: calle 6 460 V. M. Moreno. Tucumán .Argentina. Tel. 0381-4372171.
Correo electrónico: juannazur@yahoo.com.ar

Escuela Técnica N°1 Famaillá: Régimen de funcionamiento: Estatal, Nivel Medio, laico, mixto, jornada completa, turno mañana, tarde, noche. Matrícula actual: 630 alumnos. Especialidad: Construcciones
Domicilio A.R.A. Gral Belgrano s/n- Famaillá- Tucumán-Argentina



TALLER DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Ing. Civil Federico A. Olmedo

Resumen

Construcción en Suelo-Cemento apisonado -TAPIA- en el marco del "Programa de Formación de comunidades autogestionarias que construyen su barrio", impulsado por la Secretaría de Acción Social de la Presidencia de la República del Paraguay, incluyendo las siguientes obras:

- Muros de cerramiento del Centro Comunitario
- Murallas linderas
- Gradería para espectadores frente al campo de deportes

Obras ejecutadas en el Conjunto Habitacional "Las Colinas"¹, por CEDES/habitat y el apoyo del PROYECTO XIV. 6 de HABYTED del CYTED, con la valiosa colaboración de la Ing. Célia Martins Neves y el Arq. Eduardo Salmar.

Abstract

Construction in Soil-Cement tamp "TAPIA" within the frame of the Program for "Development of self governing communities that build their own Quarters" pushed by the Secretariat of Social Action of the Presidency of the Republic of Paraguay, including the following constructions:

- Walls for enclosing the Community Center
- Bordering walls
- A gallery for spectators, facing the sports field

All the work was performed in "Las Colinas" community quarters by CEDES/habitat as part of PROJECT XIV. 6 from HABYTED from CYTED with the highly valuable collaboration of Engineer Celia Martins Neves and the Architect Eduardo Salmar.



Situación Inicial

La posibilidad de realizar obras con técnicas innovativas de construcción con suelo-cemento apisonado surge en nuestro caso con la necesidad de ampliar el Centro Comunitario del Conjunto Habitacional "Las Colinas" en donde se acuerda agregar al proyecto inicial el área necesaria para montar un micro emprendimiento destinado a la producción de leche de soja.

Nos vimos entonces ante la necesidad de encarar obras no presupuestadas ni calendarizadas. Decidimos aprovechar la oportunidad para capacitar a los pobladores en el uso de tecnologías alternativas en obras de cerramiento.

La tecnología seleccionada debía cumplir determinadas características, como ser:

1. Facilidad de transmisión de la tecnología en sí, así como de las pruebas y ensayos a efectuar
2. Facilidad de Ejecución, Control y Seguimiento
3. Rapidez de ejecución
4. Los materiales utilizados debían ser los existentes en obra y de bajo costo
5. Posibilidad de empleo de Mano de Obra Comunitaria y poco capacitada.

Se analizaron las diferentes alternativas disponibles, y la selección final recayó sobre el sistema de construcción de muros de Suelo-Cemento apisonado en moldes de madera.

Tomando como referencia un Taller previamente realizado en el marco de la "III Jornada Taller Iberoamericano de Transferencia de Tecnología 2003" donde el Proyecto PROTERRA llevó a cabo un "Taller de Construcción con Tierra Cruda", CEDES/habitat solicitó apoyo al PROYECTO XIV. 6 PROTERRA de HABYTED del CYTED, y con la valiosa colaboración de la Ing. Célia Martins Neves y el Arq. Eduardo Salmar se desarrolló durante la semana del 7 al 11 Junio un nuevo taller, en este caso con la participación de pobladores de las comunidades de "Tarumá-í", "6 de Enero", "San Miguel" y los anfitriones de "Las Colinas", llevando a la práctica la técnica constructiva desarrollada en el CEPED de Bahía - San Salvador – Brasil, de "Tapia de suelo apisonado".

Nos trazamos como meta encarar íntegramente las obras con pobladores, generando rotación en las cuadrillas de pobladores de manera que todos los interesados pudiesen familiarizarse con la metodología de trabajo y practicarla.



La reacción de los beneficiarios

En un proyecto de construcción de viviendas por autogestión y ayuda mutua, como el que estábamos llevando a cabo, el impacto más profundo se da en los beneficiarios al pasar de una vivienda precaria a la vivienda construida con materiales como el ladrillo y el hormigón armado, por lo que en el momento del anuncio de que el Centro Comunitario sería construido con una tecnología desconocida por ellos, que se basaba en el uso de la tierra, no fue muy bien acogida. El uso del suelo-cemento fue asociado con el adobe, tan utilizado en nuestro país en zonas rurales de mucha pobreza, lo que disparó una alarma de duda sobre si lo que proponíamos no suponía un retroceso en el mejoramiento de su calidad de vida.

Sin embargo, a medida que transcurrieron las obras, la gente fue ganando confianza al poder constatar la resistencia mecánica del muro. La terminación comparable a un revoque a dos caras, perfectamente lisas y listas para pintar, nos dio varios puntos positivos, los que sumados a la facilidad de ejecución y control, dejaron como resultado una gran cantidad de pobladores formados para la construcción con suelo-cemento, convencidos y orgullosos de su trabajo. A pedido de los albañiles profesionales presentes en la obra, encargados de labores más especializadas, organizamos jornadas para que pudieran practicar y evaluar la construcción con suelo-cemento.

También los estudiantes de Arquitectura de la Universidad Nacional de Asunción a cargo del Arq. Luís Silvio Ríos y la Arq. Emma Gill Nessi desarrollaron clases teórico-prácticas al pie de obra.

La ejecución de la obras

❖ Muros de cerramiento del Centro Comunitario

El tipo de obra ejecutado fue el cerramiento de un salón 26 m² en planta con 76 m² de muro de 20 cm de espesor con una dosificación de 1 parte de cemento por cada 15 partes de suelo. Al inicio de las obras se contaba ya con la fundación tipo encadenado de H^o A^o y guías verticales fijas (pilares cargados in situ) del mismo material, separados entre sí 3,70 ml.



El equipamiento fabricado para el efecto incluía: 6 moldes tipo panel de madera terciada fenólica de 18mm con sus correspondientes tornillos de sujeción, 3 guías verticales móviles para apoyo intermedio de 4 ml. de long. C/u, pisonos de madera y herramientas varias.

La Mano de Obra con la que contamos fue variada, tanto en cualidades, como en motivación. El grupo humano disponible estuvo conformado por beneficiarios, vecinos del lugar, albañiles de profesión, amas de casa y chicos. Los pobladores fueron organizados en dos tipos de cuadrilla:

1. **Preparación de mezcla y Acarreo:** conformado por 3 personas (en el caso de ser necesario el colado de la tierra, se requiere más personas). Se le asignó como función preparar las "canchadas" de mezcla y acarrear la misma hasta los moldes, en otras palabras, "alimentar" los frentes de avance. Se les inculcó aprovechar el tiempo de limpieza, preparado y montaje de los moldes para poner la mezcla a punto y controlar la humedad óptima.
2. **Disposición de Moldes y Apisonado:** equipo conformado por 2 personas por frente de avance. Responsables del vertido del material, el control del espesor del muro y de la compactación de la mezcla. También se les encargó la limpieza, mantenimiento y lubricación de los moldes y tornillos.

Para completar el equipo de trabajo nombramos un **Encargado General**, responsable del manejo del grupo, del control de la alineación y el aplome de muros, de la correcta dosificación y calidad de la mezcla, del nivel de apisonado óptimo. Consideramos como requisitos fundamentales el correcto manejo la capacidad de transmitir adecuadamente la técnica.

Dimos por llamar **frente de avance** al conjunto formado por:
2 moldes +2 pisonos +2 operadores

Consideramos por tanto que un **equipo de trabajo** equilibrado, optimizado en función de la capacidad de producción de mezcla y limitado por 6 moldes, estaría conformado por 10 personas:

1 encargado general (1 persona)	+ 1 equipo de mezcla y acarreo (3 personas)	+ 3 frentes de avance (6 personas)
------------------------------------	--	---------------------------------------

Considerado como aspecto limitador del equipo de trabajo, la cantidad de moldes disponibles, seis en nuestro caso, lo que nos permite tener hasta tres frentes de avance simultaneo, fuimos variando la cantidad de personas en las cuadrillas, hasta llegar a lo que entendimos como optimizado en cuanto a la capacidad de "alimentar" estos frentes.



En los cuadros de la derecha, compartimos algunos datos de tiempo y consumo resaltantes medidos en obra, tomando como referencia el equipo de trabajo mencionado y considerando jornadas normales de 8 horas laborables, con la salvedad de que este rendimiento corresponde a personal comunitario sin formación anterior en construcción con suelo-cemento.

Rendimiento del equipo de trabajo	
Avance diario	1,6 m ³ /día

Consumo de material por m3 se muro de suelo cemento compactado	
Cemento	140 Kg/m ³
Tierra sin compactar	1,45 m ³
Agua (variable s/ el clima)	10 a 15 lts

Preguntas más comunes

Las preguntas más comunes que nos plantearon, giraron alrededor de los siguientes criterios:

1. La posible eliminación de los pilares de hormigón armado.
2. La efectividad de la tecnología en la construcción de muros linderos.
3. La disminución del espesor de muro (hasta ese momento, las obras habían sido encaradas con muros de 20 cm. de espesor)
4. La posibilidad de utilizar suelo-cemento en fundaciones.

Lo que nos llevo a encarar una nueva etapa de los trabajos con miras a satisfacer estas interrogantes.

❖ **Construcción de muros linderos**

Espesor de muro: 15 cm. Fundación de piedra bruta colocada.





Desarrollamos un diseño de moldes esquineros para la construcción de muros linderos, basado en el desfasaje de los paños de muro a cada lado del eje longitudinal del mismo, logrando así mayor inercia y resistencia al vuelco. Esto nos permitió prescindir de los pilares prefabricados de H^o A^o como elemento de guía y amarre. Unas piezas de madera con refuerzos y orejas de sujeción fueron diseñadas para absorber los esfuerzos de empuje derivados de los golpes de compactación. Al mismo tiempo se utilizaban como arranque y remate del frente de avance previsto para una jornada de trabajo.

Adoptamos los siguientes criterios para el diseño del molde esquinero:

1. Los moldes de 2.20m x 0.55m (paños largos) fabricados para la construcción del Centro Comunitario, no debían sufrir modificación alguna, y de ser posible debían ser aprovechados al máximo en su longitud.
2. Los esquineros deberían tener un diseño tal que trabajen solidariamente con los paños largos, al mismo tiempo de guiar la alineación del muro.
3. La separación de ambas caras del molde esquinero, debía tener la misma flexibilidad que los moldes de paño largo para ser utilizables con cualquier espesor de muro.
4. El sistema de sujeción debía permitir la introducción de los pisones compactadores con relativa comodidad de modo a asegurar una compactación adecuada en esa zona tan delicada y proclive a las fisuras.

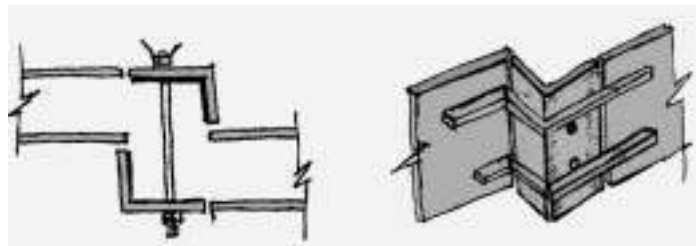


Con el diseño que se puede apreciar en la fotografía obtuvimos los resultados buscados, sin embargo, en el diseño de este prototipo, incurrimos en un error que derivó en la complicación del desencofrado.

El mismo es resaltado con el círculo donde vemos el detalle de la unión a tope entre el esquinero y el paño largo. En este punto se generan presiones debido a los esfuerzos de empuje de ambos paños sobre el esquinero, lo que provoca que este último trabaje "mordido" por los primeros. Esto nos obliga a ejercer mayores fuerzas en el momento del desencofrado, en un momento donde el muro es muy nuevo y aun no ha adquirido la resistencia

adecuada para entrar en carga.

Por fortuna este defecto es fácilmente solucionable haciendo simplemente que el esquinero se apoye sobre la cara exterior del paño.





*Corrección de molde esquinero
Construcción de muros linderos*

Observaciones:

1. La eliminación de guías verticales fijas provocó la necesidad de apuntalar los moldes y verificar el aplome y la alineación del muro con mayor frecuencia, consumiendo un valioso tiempo productivo, lo que se tradujo en la disminución del rendimiento de los participantes.
2. Está prevista una evaluación sobre el comportamiento del material en muros de gran longitud en lo concerniente a juntas necesarias por retracción o dilatación.

❖ **Gradería para espectadores**



*Espesor de muro: 15 cm. Fundación de Suelo
Cemento.*

La construcción de graderías nació de la necesidad técnica de salvar un desnivel de 1 m existente entre el Salón Comunitario y una plaza reservada para campo deportivo. Sin embargo la idea de construirla con suelo-cemento fue una iniciativa de los beneficiarios, quienes tomaron prestados los moldes, solicitaron a la Unidad Técnica la donación de bolsas de cemento y ayuda en el diseño, y pusieron manos a la obra.





La construcción fue realizada íntegramente en suelo-cemento compactado, inclusive la fundación de los muros de contención.

La obra consta de dos niveles de gradas separadas entre sí por una caja de escalera. El diseño básico está compuesto de cuatro tiras de muro de contención de 15 cm de espesor y 6 m de longitud logradas colocando los moldes uno a continuación de otros, bien apuntalados, cargados y compactados en simultáneo, lo que nos permitió una ejecución muy rápida. La unión de estas tiras de asiento con los bordes perpendiculares se realizó con juntas a caja y espiga. Las caras superiores fueron reforzadas con una alisada de cemento a modo de protección. Para esta obra no hubo necesidad de diseñar nuevos moldes.

Conclusiones:

La transferencia de la tecnología

- ✓ La experiencia ha resultado exitosa y gratificante, ya que la tecnología de construcción con suelo-cemento compactado ha sido bien acogido por todas las personas que tuvieron contacto con ella. Se ha logrado crear la conciencia de que las limitaciones de esta tecnología son función única de la imaginación en el diseño de los moldes necesarios.
- ✓ La facilidad de ejecución y la sencillez de los ensayos de campo necesarios motivan inclusive al poblador poco capacitado en construcción a encarar obras desde el punto de vista de la autogestión y la ayuda mutua.

- ✓
- ✓ La resistencia mecánica y el acabado de la terminación (tipo revoque a dos caras) son los puntos más resaltados por los participantes de esta experiencia.

Otros aspectos

- ✓ Es muy importante tener en cuenta el papel que juegan las condiciones climáticas (calor y humedad) sobre todo lo referente a humedad óptima, fraguado del cemento, curado de muros, juntas, etc.

Referencias

1, Conjunto Habitacional ubicado en el Municipio de Asunción (Paraguay) y construido en el marco del "Programa de Formación de Comunidades Autogestionarias que Construyen su Barrio" con carácter de proyecto integral (Capacitación para salud, mejoramiento de ingresos, transferencia de tecnologías y construcción participativa de 69 viviendas, un Centro Comunitario con Área Productiva y Centro de Capacitación e infraestructura vial y de servicios de uso comunitario) impulsado por la Secretaría de Acción Social de la Presidencia de la República del Paraguay, con la financiación de una donación de la República de Taiwán. Este Proyecto comprende 67 viviendas y en el Conjunto Habitacional "Las Colinas".

Bibliografía:

CEPED/Caixa Económica Federal	1995	CÓMO FAZER CONSTRUÇÃO HABITACIONAL EM SOLO-CIMENTO , 2da Edición, ISSN 0104-4176. Brasilia
Escola Nacional Florestan Fernandez	2000	COMO CONSTRUIR CON TIERRA . San Paulo
PROTERRA	2003	TÉCNICAS MIXTAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA
CEPED (Centro De Pesquisas e Desenvolvimiento)		MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON SUELO-CEMENTO ", 2da. Edición. Salvador - Bahía

Autor

Federico Augusto Olmedo Ramírez: Ingeniero Civil, egresado de la Universidad Nacional de Asunción. Ligado profesionalmente desde 1.998 a la construcción y gerenciamiento de Conjuntos Habitacionales por el sistema de autogestión y ayuda mutua. Actualmente, Miembro del Equipo Técnico de CEDES/Hábitat, entidad colaboradora del PROYECTO XIV. 6 de HABYTED del CYTED.

federicolmedo@hotmail.com , Telf. part.: (59521)605 862. Telf. Ofic...: (59521)446 338



Indice General



Detalle del Indice	Pag.
MEMORIA del 3er SIACOT	2
PRESENTACION	6
PROGRAMA	8
CONFERENCIAS	12
TECNOLOGIA E HISTORIA	
Arquitectura vernácula en la Región de Cuyo - Argentina	
Dra. Arq. Silvia Augusta Cirvini	13
LA PRAXIS DE LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EM LA UNIVERSIDAD: UNIMEP – BRASIL	
Arquitecto Ms. Eduardo Salmar	21
PONENCIAS	25
TEMA 1	
ARQUITECTURA DE TIERRA: CONCEPTUALIZACIÓN Y ESTADO DEL ARTE	26
CONSIDERACIONES PARA UNA ARQUITECTURA MODERNA DE ADOBE	
Urbano Tejada Schmidt	27
REFLEXIONES SEMIOLOGICAS DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO EN TIERRA	
Lic. Esp en Doc. Univ. Mabel Fábrega	39
TEMA 2	
ARQUITECTURA DE TIERRA: MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD	49
10 VIVIENDAS BIOCLIMÁTICAS / AMAYUELAS DE ABAJO	
Jorge Silva Uribarri - Carmen del Rey Vieira	
María Jesús González - Francisco Valbuena	50
BIOARQUITECTURA Y SUSTENTABILIDAD	
La arquitectura desde un enfoque ecologista, una visión integradora del hombre, el ambiente y la salud en el marco de la sustentabilidad	
Arq. Nicolás Bechis- Arq. Daniela Verzeñassi	64
UNA EXPERIENCIA DESDE ESTUDIANTES	
Proyecto Hornero	74
ANÁLISIS ECONOMICO ECOLOGICO DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL EN LA UTILIZACIÓN DE LA TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HABITAT	
Elio Ricardo Di Bernardo	83

Detalle del Índice

Pag.

LA TIERRA CRUDA Y LA CONSTRUCCIÓN DEL HABITAT EN EL DESIERTO DEL NORESTE MENDOCINO: ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE.	
PASTOR, Gabriela- ABRAHAM, Elena- TORRES, Laura- MONTAÑA, Elma- TORRES, Eduardo y la colaboración de Silvia Urbina	96
SUSTENTABILIDAD DIFERENCIAL DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS A BASE DE TIERRA CRUDA	
Arq. María Lombana - Lic. Biol. Paloma Fernández	109
ARQUITECTURA DE TIERRA. MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD ¿Sustentabilidad o adaptabilidad? en los pobladores de Susques, noroeste de Argentina.	
Adolfo Rodrigo Ramos - Andrés Nicolini- Carlos Demargassi – Juan Carlos Marinsalda	121
TEMA 3	
ARQUITECTURA DE TIERRA: TECNOLOGÍA, SISMORRESISTENCIA Y DURABILIDAD	133
¿CONSTRUCCIONES DE TIERRA SISMORRESISTENTES?	
Marcial BLONDET - Gladys VILLA GARCIA	134
LA RESISTENCIA SISMICA DE LAS ARQUITECTURAS DE ADOBE	
Arq. Horacio Saleme- Arq. Susana Comoglio de Viruel - Ing. Arturo Terán Navarro	144
AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE MINIPAREDES CONSTRUÍDAS COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO	
Assis, João Batista Santos de- Chahud, Eduardo	155
COMPORTAMIENTO A CARGA LATERALDE MUROS DE ADOBE CONFINADOS	
Por: Ángel San Bartolomé - Richard Pehovaz	168
TIPOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA ZONA SEMI –ARIDA DEL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO.	
Dr. Arq. Rubén Salvador Roux Gutiérrez	184
LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL VALLE CALCHAQUÍ, TUCUMÁN.	
¿UNA PROSPECTIVA CONSTRUCTIVA?	
Mirta Eufemia Sosa	194
ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DE TIERRA CONSTRUIDA POR PUESTEROS GANADEROS EN EL ÁRIDO SANJUANINO	
Arq. Guillermina Re, MSc.-Arq. Irene Blasco Lucas- Arq. Osvaldo Albarracín	202

Detalle del Indice	Pag.
<p>PISOS Y SOLADOS CON TIERRA ESTABILIZADA PROTOTIPOS PARA LA VIVIENDA DE BAJO COSTO Alex Schicht - Juan Carlos Patrone- Rodolfo Rotondaro</p>	209
<p>ARQUITECTURA DE TIERRA Y TECNOLOGÍA EN EL NOROESTE ARGENTINO Diseño por durabilidad de revoques y revestimientos en construcciones de tierra Adolfo Rodrigo Ramos</p>	221
<p>TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE IMPERMEABILIZACIÓN PARA MUROS DE ADOBES TRADICIONALES Irene C. Ferreyra - Stella M. Latina - Rafael Soria Nieto- Rafael F. Mellace</p>	233
<p>OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BTC Lucía E. Arias - Carlos E. Alderete - Rafael F. Mellace</p>	246
<p>VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BTC SEGÚN DISTINTOS ESTADOS HIDRICOS Lucía E. Arias - Carlos E. Alderete- Rafael F. Mellace</p>	260
<p>TEMA 4 ARQUITECTURA DE TIERRA: INTERVENCIÓN, DIFUSIÓN</p>	270
<p>UN PLAN DE INTERVENCIÓN PARA RESGUARDAR NUESTRO PATRIMONIO ANTE UN EVENTO SÍSMICO Arq. Ana María Moeykens - Arq. Patricia Gramajo</p>	271
<p>ARQUITECTURA CON TIERRA DENTRO DE LA CIUDAD DE SAN JUAN: ¿QUIÉNES CONSTRUYEN HOY? Arq. Sergio Mut Sande y Carlos Edgardo Gómez Osorio</p>	282
<p>VALORES, ANALICES, CONSERVACION PREVENTIVA Y MINIMA INTERVENCIÓN, HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITETONICO EN TIERRA Raymundo Rodrigues Fº</p>	295
<p>ARQUITECTURA DE TIERRA Y PATRIMONIO EN EL NOROESTE ARGENTINO Monitoreo y evaluación de las restauraciones efectuadas en la Iglesia de Susques Adolfo Rodrigo Ramos - Andrés Nicolini</p>	302

Detalle del Índice	Pag.
<p>CONSERVACION DEL PATRIMONIO ARQUITECTONICO EN TIERRA: VIGENCIA DE UNA TRADICION CONSTRUCTIVA O CONSTRUCCION DE UNA TRADICION.</p> <p>Juan Carlos Marinsalda</p>	314
<p>A EVOLUÇÃO NO ESTUDO DO DESENHO DE CASAS CONSTRUÍDAS EM TAIPA DE PILÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO APÓS A DÉCADA DE 80</p> <p>Arq. Fernando César Negrini Minto.</p>	326
<p>CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DO PAU-A-PIQUE NO BRASIL</p> <p>Mônica Cristina Henriques Leite Olender</p>	332
<p>EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES.</p> <p>El caso de la Capilla de Merlo – San Luis. ARGENTINA</p> <p>Ing. Civil José Gómez Voltan - Dra. Arq. Silvia Cirvini</p>	343
<p>CONSERVACIÓN DE POBLADOS HISTÓRICOS IMPORTANCIA DEL PATRIMONIO MODESTO</p> <p>Ana Isabel Lozano</p>	353
<p>ESTRATÉGIAS NA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO EM TERRA</p> <p>Mariana Correia</p>	362
<p>TEMA 5</p> <p>ARQUITECTURA DE TIERRA:</p> <p>PROYECTOS EJEMPLARES. DISEÑO.</p> <p>CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN POS-USO</p>	374
<p>VIVIENDA ECOLOGICA PROTOTIPO</p> <p>Arq. Rosendo M Dantas Tagliani</p>	375
<p>DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL</p> <p>Arq. Juan Carlos Patrone– Ing. Mariano Cabezón</p>	386
<p>ARQUITECTURA DE TIERRA</p> <p>Proyecto de investigación aplicada</p> <p>Arq. Ana L. Orcola</p>	396
<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ALDEAS RURALES ESCOLARES</p> <p>Ingeniero Ariel González</p> <p>Geólogo Jorge Casarotto</p> <p>Arquitecta Carolina Rodríguez</p> <p>Cristian Díaz</p> <p>Soledad Erpen</p>	404

Detalle del Índice

Pag.

ESTANCIA LOS CUARTOS – EVALUACIÓN POST-USO

Tafí del Valle, Tucumán, Argentina

Stella Maris Latina - Rafael Soria Nieto- Rafael Francisco Mellace 413

EXPERIENCIAS REGIONALES CON TIERRAS BORATADAS

Ing. Emmel Castro Vidaurre - Arquitecto Antonio Mauricio Pellegrini

Ing. Leonardo Serapio y alumno becario del C.I.U.N.Sa. Jorge Sajama y otros 425

VIVIENDA DEMOSTRATIVA POR AUTOCONSTRUCCIÓN PARA PUESTOS DE GANADO CAPRINO EN EL DEPARTAMENTO DE 25 DE MAYO

Arq. Arturo Pereyra- Arq. Alejandra Dubos- Arq. Alicia Pringles- Ing. Mary Saldívar- Arq. Norma Merino- Arq. Osvaldo Albarracín- Arq. Irene Blasco

438

TEMA 6

ARQUITECTURA DE TIERRA:

EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

447

UNA EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA CURRICULAR

LA CONSTRUCCIÓN EN TIERRA

Arq. Duilio Amandola - Arq. Mauricio Gutiérrez Porley

448

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN ARQUITECTURA DE TIERRA CAPACITACION Y FORMACION CONTINUADA

Raymundo Rodrigues F^o

464

CAPACITACION Y GESTION PARTICIPATIVA PARA FABRICAR BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA. BANCALARI, BUENOS AIRES.

Rodolfo Rotondaro - Carlos Otegui - Julio Clavijo - Oscar Serrano

469

MECANISMOS PARA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA HABITAÇÃO E A EXPERIÊNCIA DO PROJETO PROTERRA

Célia M. Martins Neves

479

PROJETO NOSSA CASA: ARQUITETURA DE TERRA E Participação SOCIAL

Natália Lelis - Pedro Novais

495

FÁBRICA SOCIAL, APLICANDO TÉCNICAS PARTICIPATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA CRUDA.

Escuela Técnica N°1 FAMAILLÁ.

Coordinador Gral.: Ing. Juan A. Nazur

507

TALLER DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Ing. Civil Federico A. Olmedo

521

INDICE GENERAL

531

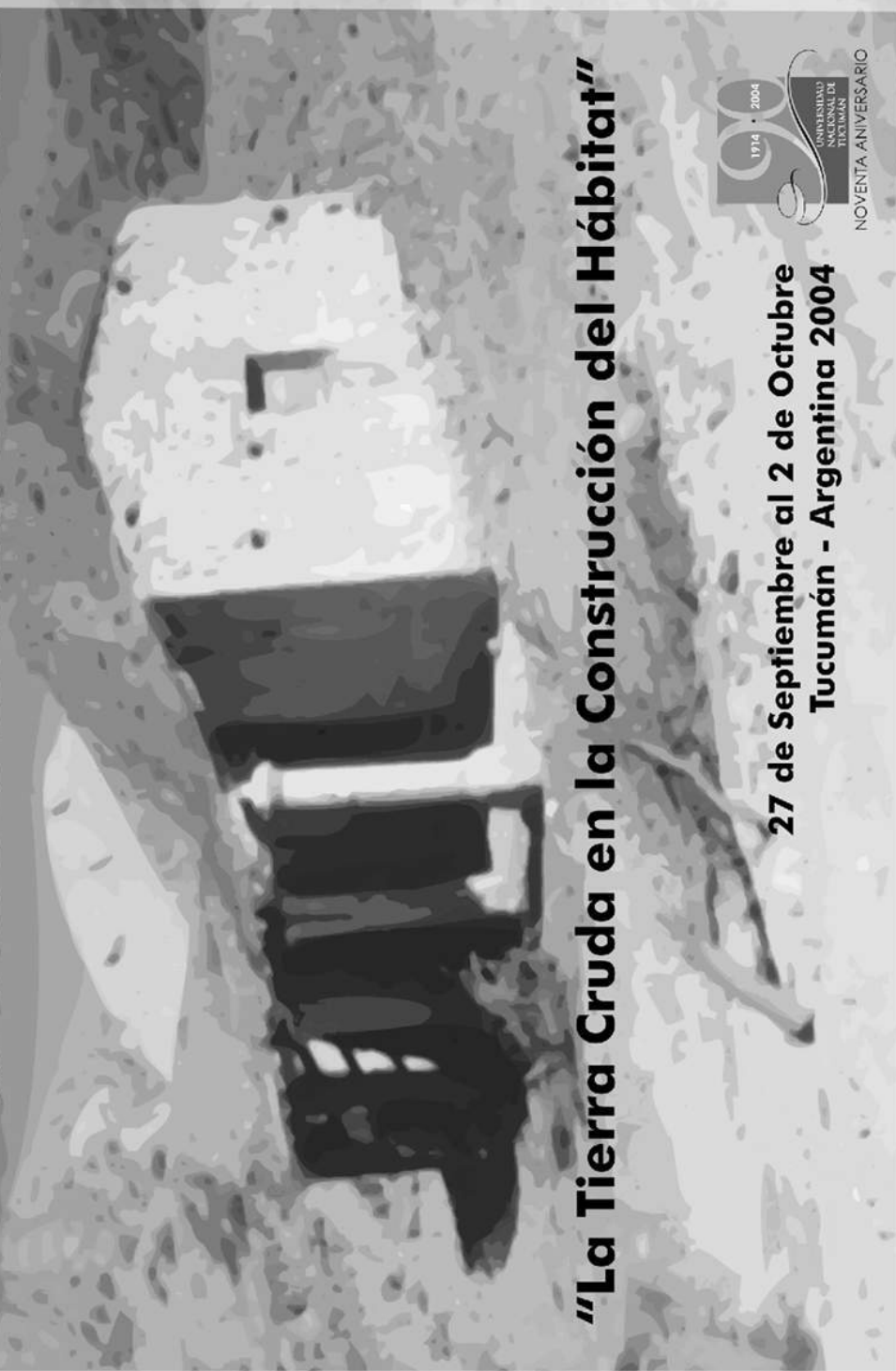
SECRETARÍA III^{er} SIACOT

Grupo Tierra Tucumán (GTT)
Instituto de Tecnología Arquitectónica (ITA) – FAU/UNT
Av. Roca 1800 – CP 4000 San Miguel de Tucumán
Tel. 54-381 4364093 (int. 123/133)
Fax. 54-381 4364141
Correo electrónico: gtt@herrera.unt.edu.ar ; criatic@herrera.unt.edu.ar



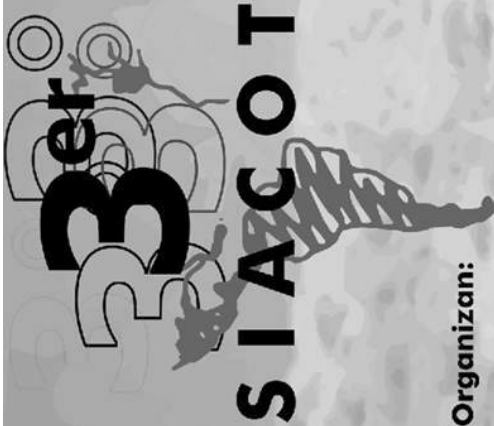


Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra



“La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”

**27 de Septiembre al 2 de Octubre
Tucumán - Argentina 2004**



Organizan:



CRIATIC - Secretaría de Investigación y Posgrado - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNT.



Pro Terra - Proyecto de Investigación XIV/6

Auspician:



CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

HABYTED - Subprograma XIV Viviendas de Interés Social.



Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Tucumán

Informes:

0381 436 4093 (int. 133 / 123)

Fax. 0381 4364141

e-mail: criatic@herrera.unt.edu.ar

gtt@herrera.unt.edu.ar

criatic@yahoo.com.ar