



Seminario Iberoamericano
de Arquitectura y Construcción con Tierra
Tierra, Cultura, Hábitat Resiliente y Desarrollo Sostenible

SIACOT 2018
La Antigua Guatemala - Guatemala
22 al 25 de octubre de 2018

Memorias

editores:
Célia Neves
Zazanda Salcedo Gutierrez
Obede Borges Faria

ISBN 978-9929-778-74-0



Célia Neves
Zazanda Salcedo Gutierrez
Obede Borges Faria
(Editores)

18º SIACOT
Seminario Iberoamericano de
Arquitectura y Construcción con Tierra
"Tierra, cultura, hábitat resiliente e
desarrollo sostenible"

Memorias

La Antigua Guatemala - Guatemala
USAC-CII / PROTERRA
2018

720 Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con
C759 Tierra (18. : 2018 : La Antigua Guatemala, Guatemala).
 Memorias [recurso electrónico] del 18° **Seminario**
Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra,
realizado en La Antigua Guatemala, en el año de 2018 ;
editadas por Célia Neves, Zazanda Salcedo Gutierrez y Obede
Borges Faria. -- La Antigua Guatemala : USAC-CII / PROTERRA,
2018
 796 p.

 ISBN 978-9929-778-74-0

 1. Arquitectura y construcción con tierra. 2. Técnicas
 constructivas. I. Neves, Célia. II. Salcedo Gutierrez,
 Zazanda. III. Faria, Obede Borges. IV. Título.

ISBN 978-9929-778-74-0

Nº Radicación: 20038

Extendida por: Gremial de Editores de Guatemala, mediante la Agencia Guatemalteca ISBN

Los criterios y opiniones expresados en los artículos de esta publicación son de exclusiva
responsabilidad de cada uno de sus autores.

Sugestión para hacer referencia a estas memorias

a) Memorias como un todo:

Neves, C.; Salcedo, Z; Faria, O. B. (Eds.) (2018). Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 18. *Memorias...* La Antigua Guatemala, Guatemala: USAC-CII/ PROTERRA. 796 p.

b) Artículo específico (un ejemplo):

Daneels, A.; Love, M.; Beltrán, E. Á. (2018). Control de presión interna de rellenos en basamentos de la Mesoamérica Prehispánica. Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 18 *Memorias...* La Antigua Guatemala, Guatemala: USAC-CII/ PROTERRA. p. 36-45.

Diagramación del libro: Obede Borges Faria (PPGARQ-UNESP-Bauru / PROTERRA / TerraBrasil)

Foto de portada: Aldea Lemoa, El Quiché, Guatemala (detalle de foto tomada por Javier Quiñónez, 2012)

Foto de las guías: Arco de Santa Catalina, La Antigua Guatemala (foto de dominio publico, disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Arco_de_Santa_Catalina, detalle editado por Obede B. Faria)



Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra

Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra



TERRA

PRO



- Coordinación 2017 – 2020:** Ing. Rosa Delmy Núñez
(FUNDASAL – El Salvador)
- Coordinación 2014 – 2017:** Arq. Hugo Pereira Gigogne
(UTM – Chile)
- Coordinación 2011 – 2014:** Dra. Arq. Mariana Correia
(ESG – Portugal)
- Coordinación 2008 – 2011:** Dr. Arq. Luis Fernando Guerrero Baca
(UAM-Xochimilco – México)
- Coordinación 2001 – 2008:** M. Sc. Ing. Célia Neves
(CEPED – Brasil)

- Consejo** M. Sc. Ing. Célia Neves (Rede TerraBrasil – Brasil)
- Consultivo:** Dr. Arq. Luis Fernando G. Baca (UAM – México)
(2015 – 2018) Dra. Arq. Mariana Correia (ESG – Portugal)
Arq. Hugo Pereira Gigogne (UTM – Chile)
Arq. Silvio Rios Cabrera (CEDES/Habitat – Paraguay)
- Consejo** Dr. Ing. Julio Vargas Newmann (PUCP – Perú)
- Científico:** Dra. Arqa. Graciela María Viñuales (CEDODAL – Argentina)
(2015 – 2018) Dra. Hist. Juana Font Arellano (Fund. Antonio Font de Bedoya – España)
Dr. Ing. Koenraad Van Balen (Univ. of Leuven – Belgica)
M. Sc. Arq. Francisco Uviña (UNM– USA)

Breve historia de PROTERRA



La Red Iberoamericana PROTERRA es un organismo internacional dedicado a la cooperación técnica y científica en el ámbito iberoamericano, que reúne especialistas de diferentes países, los cuales, voluntariamente, promueven, de modo integrado con las comunidades, diversas acciones tendientes al desarrollo de la arquitectura y construcción con tierra en América Latina. La generación y difusión del conocimiento, así como la práctica constructiva y la preservación de la diversidad cultural y del patrimonio material e inmaterial son objetivos asumidos por PROTERRA.

La Red Iberoamericana PROTERRA surgió en 2006, y fue creada por la conclusión del proyecto de investigación temporal de cuatro años auspiciado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). El proyecto de investigación tenía el objetivo de incentivar el uso de la tierra como material de construcción en la producción masiva de habitaciones de interés social, a través de la transferencia de la tecnología de arquitectura y construcción con tierra a los sectores productivos, así como su posible inserción en las políticas sociales de los países iberoamericanos. Para cumplir sus objetivos, fueron también incorporados profesionales del área de conservación, a fin de rescatar y mantener viva la tradición y memoria del conocimiento. Al finalizar el proyecto de investigación, se contaba con un acervo de ocho libros impresos y diez publicaciones digitales.

Con el fin de uniformizar un lenguaje internacional, se preparó la terminología sobre técnicas de construcción con tierra, bajo la coordinación del Centro de Investigación de la *Escola Superior Gallaecia* (Ci-ESG). Además de las Memorias publicadas en los seminarios anuales que realiza, PROTERRA elabora manuales e instructivos para talleres de sensibilización y, recién, en pacería con el editorial ARGUMENTUM, publicó el libro *Arquitectura de Tierra en América Latina*, que muestra la variedad y singularidad de la arquitectura y construcción con tierra en esta Región, compuesto con casi 100 artículos, la mayoría de autoría de miembros de PROTERRA.

Actualmente, PROTERRA tiene 128 especialistas y 14 instituciones asociadas, teniendo al español y portugués como idiomas oficiales. El establecimiento de Estatutos formaliza su estructura, misión, objetivos, organización y procedimientos. PROTERRA es un organismo sin personalidad jurídica, que opera sin recursos financieros formales, contando con el esfuerzo de cada miembro para la búsqueda de recursos para organizar y participar de los eventos, desarrollar investigaciones y cooperación, intercambios de especialistas y demás actividades.

A diferencia de la mayoría de las redes, PROTERRA cuenta con el liderazgo de un Coordinador, asesorado por un Consejo Consultivo (que se compone por cinco miembros de la Red) y un Consejo Científico (compuesto por tres miembros de la Red y dos especialistas no miembros). Estos Consejos apoyan la definición de la estrategia y de actividades, especialmente aquellas de carácter científico. El crecimiento constante de la Red, en los últimos diez años, tornó necesaria la creación del Consejo de Coordinación, constituido por todos los antiguos coordinadores. Este Consejo contribuye activamente, para la gestión y visión de la Red Iberoamericana.

Objetivos de PROTERRA

Desde su creación, PROTERRA buscó, a través de diversos eventos, relacionar y potenciar a profesionales dedicados a la arquitectura y construcción con tierra, promoviendo su integración y estimulando el intercambio de conocimiento y asociación en diversos trabajos.

En su principio, el foco era la vivienda de interés social con tierra y la propuesta era disponer de un grupo de especialistas iberoamericanos que pudieran dar soporte técnico a los programas de construcción desarrollados en los diversos países. Luego se percibió que el uso de la tierra en programas de habitación de interés social no se materializaría solamente con la formación de un equipo internacional de profesionales, pues en cada país ya existían profesionales competentes para

dar el apoyo técnico necesario. Sin embargo, era necesario estimular y difundir el uso de la tierra a través de otras acciones, de modo que se diera el soporte científico a la “Arquitectura y Construcción con Tierra” a través de la elaboración de un acervo bibliográfico actualizado, adecuado a las circunstancias actuales de cada país y región.

No obstante su carácter original orientado a la construcción contemporánea, PROTERRA incorporó actividades y profesionales dedicados a la preservación del patrimonio, por comprender el fuerte nexo existente entre el conocimiento producido, la construcción actual de vivienda y la restauración y rehabilitación de edificaciones. Es imperativo para todo ello disponer de la base tecnológica desarrollada que permita construir, rescatar y mantener viva la tradición y la memoria del uso de la tierra en construcción.

PROTERRA, como equipo de profesionales con distintas especialidades, funciona en forma horizontal, sin jerarquías por títulos: todos los miembros tienen siempre mucho que aportar y mucho que aprender. Las ideas creativas de los jóvenes profesionales y los desafíos de las condiciones de producción cuestionan directa y saludablemente a los especialistas, obligándoles a reflexionar, argumentar y desarrollar soluciones. Para cada miembro de PROTERRA, el intercambio posibilita el estímulo en la forma de pensar, en la evolución de sus investigaciones, en sus actividades y conocimiento.

La integración de profesionales a una red como PROTERRA busca promover la integración de los mismos en el campo de las ciencias y de la tecnología. Además de esto, PROTERRA incentiva la formación de redes regionales y de temas específicos de modo que se incremente el número de personas interesadas en aprender y construir con tierra.

Sobre los SIACOTs

Los Seminarios Iberoamericanos de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT) tienen como finalidad reunir a los científicos, tecnólogos y profesionales que trabajan en torno al tema de la arquitectura y de la construcción con tierra, desde su desarrollo histórico hasta el uso actual de este material. Se trata de un espacio de discusión académica, pero abierto a la ciudadanía en general, donde se evalúa el desarrollo de los programas científicos y proyectos en marcha, así como los avances a escala global de la difusión de esta temática.

La recuperación en la práctica del uso de estas antiguas tecnologías, por medio del conocimiento de la conservación y restauración de las construcciones de tierra, es útil tanto para la conservación del patrimonio edificado como para el desarrollo futuro. El mejoramiento técnico en la construcción con tierra estabilizada así como la búsqueda de una respuesta eficaz frente a los sismos, tienen un impacto tanto sobre el campo de la restauración como de las construcciones nuevas.

Este espacio también permite apoyar la formación de recursos humanos técnicos, tanto a nivel profesional como artesanal, mediante una aplicación práctica de dichas técnicas que permita la reinserción de estas técnicas en el diseño y edificación actual del espacio humano.

Aldea Lempa, El Quiché, Guatemala (foto: Javier Quiñónez, 2012)



18º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra

Tierra, Cultura, Hábitat Resiliente y Desarrollo Sostenible

La Antigua Guatemala - Guatemala

22 al 25 de octubre de 2018

COMITÉ ORGANIZADOR

Rosa Delmy Nuñez de Hércules – FUNDASAL – El Salvador - **Coordinadora de PROTERRA**

Virgilio Ayala - CII-USAC / PROTERRA - **Coordinador General del 18º SIACOT**

Javier Quiñónez - CII-USAC - **Coordinador de Conferencias**

Mario Ceballos - FARUSAC-USAC - **Coordinador de Talleres**

Moisés Méndez - CII-USAC - **Coordinador Administrativo**

Javier Quiñónez Guzmán - FARUSAC-USAC - **Coordinador de Visita Técnica en La Antigua Guatemala**

Bárbara Arroyo; Josué Álvarez - Centro Ceremonial Kaminaljuyú - **Coord. de Vis. Téc. a Kaminaljuyú**

Noé García - CIIO - ASOSEPRODI - **Coordinador de Comunicación con Comunidades**

Alvaro Ramírez - CII-USAC - **Coordinador de Logística**

COMITÉ CIENTÍFICO

MSc. Inga. Célia Neves – PROTERRA/Rede TerraBrasil – Brasil (**coordinadora**)

Arq. Alejandro Ferreiro – FADU/UDELAR – Uruguay (**responsable por Tema 3**)

Dr. Arq. Alexandre Mascarenhas – IFMG – Ouro Preto – Brasil

Dra. Arqueol. Annick Daneels – UNAM – México

MSc. Arq. Cecília López Pérez – Pontificia Universidad Javeriana – Colombia

MSc. Arq. Dulce María Guillen – Investigadora independiente – Nicaragua

MSc. Arq. Fernando Cardoso – UFV – Brasil

Dra. Arq. Graciela María Viñuales – Centro Barro/CEDODAL – Argentina

Dr. Arq. Guillermo Rolón – CONICET/CRIATiC/UNT – Argentina (**responsable por Tema 2**)

Ing. Henry Eduardo Torres – Universidad Ricardo Palma – Perú

Dr. Arq. Jorge Tomasi – CONICET – Argentina

Dra. Hist. del Arte Juana Font – Fundación Antonio Font de Bedoya – España

Dra. Arq. Karim Chew Gutiérrez– Escuela de Estudios de Postgrados/Farusac – Guatemala

Prof. Dr. Arq. Luis Fernando Guerrero – UAX – México

PhD. Arq. Maria Fernandes – CEAACP/DGPC – CdT – Portugal

Dra. Arq. Maria Isabel Kanan – ICOMOS-ISCEAH – Brasil

Arq. Mariano Pautasso – Cooperativa de Trabajo TEK0 – Argentina
Dr. Arq. Mario Raúl Ramírez – Facultad de Arquitectura/USAC – Guatemala
MSc. Arq. Mirta E. Sosa – CRIATIC/UNT – Argentina
Inga. Mónica Bahamóndez – Servicio Nacional del Patrimonio Cultural – Chile
MSc. Arq. Mónica Pesantes – ICOMOS – Ecuador
Dra. Arq. Natalia Jorquera Silva – UCHILE – Chile **(responsable por Tema 5)**
MSc. Arq. Natália Lelis – UFMG – Brasil
MA. Arq. Natalia Rey - Arquitecta independiente - Colombia
Prof. Dr. Ing. Obede Borges Faria – UNESP/PPGARQ/FEB – Brasil **(responsable por Tema 4)**
Dra. Inga. Paulina Faria – Universidade NOVA de Lisboa – Portugal **(responsable por Tema 1)**
Dr. Arq. Rodolfo Rotondaro – UBA/CONICET – Argentina
MSc. Inga. Rosa Delmy Nuñez – FUNDASAL – El Salvador
Arq. Sofía Rodríguez Larrain - Centro Tierra PUCP – Perú

COMITÉ DE EXPOSICIÓN (responsable por la evaluación de pósteres y memorias de diseño y obra)

MSc. Arq. Zazanda Salcedo Gutierrez - UMSA/ ICOMOS – Bolivia **(coordinadora)**
MSc. Arq. Adriana Durán – Consultora independiente – Francia/Colombia
Arq. Bernadette Esquivel – ICOMOS ISCHEA/Universidad de Costa Rica (UCR) – Costa Rica
Arq. Camilo Giribas – Escuela de Construcción en Tierra ECoT – Chile
Inga. Ligia María Vélez Moreno – Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) – Colombia
MSc. Arq. María Cecilia Achig – Facultad de Arquitectura y Urbanismo/ UCuenca – Ecuador
Dr. Arq. Rubén Roux – Facultad de Arquitectura/UAdeC – México
MSc. Arq. Sandra Selma Saraiva – Universidad Federal do Piauí (UFPI) – Brasil
MSc. Arq. Tulio Mateo – CRS – República Dominicana
Arq. Wilfredo Carazas Aedo – CRAterre-ENSAG – Francia/Perú

COORDINACIÓN GENERAL DE TALLERES

MSc. Arq. Fernando Cardoso – UFV – Brasil (por PROTERRA)
Dr. Arq. Mario Francisco Ceballos Espigares - FARUSAC (por los organizadores locales)

INSTITUCIONES ORGANIZADORAS



PROTERRA - Rede Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra
www.redproterra.org



USAC - Universidad de San Carlos de Guatemala
<http://www.usac.edu.gt/>
CII - Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/>

APOYO INSTITUCIONAL



CONCYT - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<http://senacyt.concyt.gob.gt/portal/>



DIGI- USAC - Dirección General de Investigación
<http://digi.usac.edu.gt/>



FARUSAC - Facultad de Arquitectura de la USAC
<https://farusac.edu.gt/>



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería

Facultad de Ingeniería de la USAC
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/>



Fundación para la Superación de la Ingeniería
<https://es-la.facebook.com/funsini>



UNESCO - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<https://en.unesco.org/>



Asociación Servicios a Programas de Desarrollo e Investigación - ONG
<http://asoseprodi.org/>



Centro de Formación de la **Cooperación Española**
<https://www.aecid-cf.org.gt/>



Centro de Investigaciones Regionales de Mesoamérica
<http://cirma.org.gt>



<https://www.misereor.org/>



Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala
<http://cnpag.com/>

Contenido

| | |
|--|-----------|
| Presentación | 18 |
| Rosa Delmy Nuñez de Hércules | |
| Mensaje del Decano de la Facultad de Ingeniería de la USAC | 19 |
| Pedro Antonio Aguilar Polanco | |
| Palabras de la organización | 21 |
| Edgar Virgilio Ayala Zapata, Mario Francisco Ceballos Espigares, Francisco Javier Quiñónez de la Cruz | |
| Talleres y pre-talleres | 23 |
| Programa de los días 21 al 23/10 y talleres | 31 |
| Exposición de pósteres y memorias de diseño y obra (22 al 26/10) | 32 |
| Programa de las sesiones técnicas y actividades del 26 y 27/10 | 33 |
| Detalles de visitas técnicas | 34 |

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS e INFORMES TÉCNICOS

| | | |
|--|--------|-----------|
| | Tema 1 | |
| MATERIALES Y CULTURAS CONSTRUCTIVAS | | 35 |
| ARTÍCULOS CIENTÍFICOS | | |
| Control de presión interna de rellenos en basamentos de la Mesoamérica Prehispánica | | 36 |
| Annick Daneels, Michael Love, Esteban Ávalos Beltrán | | |
| Micromorfología: un recurso para la identificación de rasgos tecnológicos en la arquitectura de La Joya, Veracruz, México | | 46 |
| Juan Salvador Piña Guido, Héctor Víctor Cabadas Báez | | |
| Estudios de resistencia de la tapia tradicional de la región de Tepeyahualco, México | | 55 |
| María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes | | |
| Propiedades mecánicas y de fractura de tierra reforzada con nueva fibra natural | | 64 |
| Gerardo Araya-Letelier, Federico C. Antico, José Concha-Riedel, Úrsula Reidel, María J. Wiener | | |

| | |
|---|------------|
| Efecto de dosis y largos de fibras de yute en desempeño mecánico y de fractura de tierra reforzada | 75 |
| Gerardo Araya-Letelier, Federico C. Antico, José Concha-Riedel, Úrsula Reidel, Andrés Glade | |
| Influencia de fibras de polipropileno en tenacidad y control de fisuración de mezclas de tierra | 85 |
| Gerardo Araya-Letelier, José Concha-Riedel, Federico C. Antico, Andrés Glade, María J. Wiener | |
| Comparación de la capacidad resistente de adobes y adobes reforzado con fibra de vidrio | 95 |
| Xavier Cárdenas, Eva Chuya, Fernanda Ayala | |
| Uso de geopolímeros obtenidos a partir de residuos en la estabilización de suelos | 107 |
| Juan Cosa, María Victoria Borrachero, Jordi Payá, Lourdes Soriano, José María Monzó | |
| El mucílago de <i>Opuntia ficus</i> como estabilizante en recubrimientos de tierra | 115 |
| Esmeralda Ávila Boyas, Luis Fernando Guerrero Baca | |
| Estudio de revestimientos de tierra elaborados con caseína | 127 |
| Cecilia López Pérez | |
| A influência da adição de cal hidratada sobre o poder de cobertura de tintas produzidas com pigmentos de solos | 137 |
| Fernando de Paula Cardoso, Matheus Tolentino Lauer, Anôrfiorini de Carvalho, Rita de Cássia Silva Sant'Ana Alvarenga | |
| Una alternativa constructiva: pisos de tierra con fibra de cabuya y cascarilla de arroz | 148 |
| José Francisco Pesántez Pesántez, Carlos Miguel Tapia Vera | |
| El uso de juntas constructivas oblicuas en la construcción de tapia | 158 |
| José Gómez Voltan, Silvia A. Cirvini | |
| Evaluación de ensayos de erosión acelerada aplicados a bloques de tierra comprimida | 172 |
| Jesús Manuel Meza López | |
| Métodos de evaluación del nivel de resistencia a la erosión húmeda en bloques de tierra | 182 |
| Ariel González, Santiago Cabrera, Pablo Costamagna, Juan Pablo Sosa | |
| Resistencia mecánica y conductividad térmica de suelo cemento plástico con adición de fibra vegetal | 192 |
| Edgardo J. Suárez-Domínguez, Yolanda G. Aranda-Jiménez, Carlos Zúñiga-Leal | |
| Conductividad térmica de la tierra alivianada con fibras naturales en paneles de quincha | 199 |
| Martin Wieser, Silvia Onnis, Giuseppina Meli | |
| Paneles prefabricados termo-acústico a partir de paja de cereal y tierra estabilizada | 209 |
| Carlos Cobreros, José Luis Reyes-Araiza, Alejandro Manzano-Ramírez | |

| | |
|---|------------|
| Desempenho térmico e eficiência energética: análise comparativa entre habitação convencional e de taipa de mão | 225 |
| Raphael Pinto Brandão, Carol Cardoso Moura Cordeiro, Stefany Hoffmann Martins Jorge, Emeli Lalesca Aparecida da Guarda, Luciane Cleonice Durante, Ivan Júlio Apolônio Callejas | |

INFORMES TÉCNICOS

| | |
|--|------------|
| Pruebas al recubrimiento con fibra de ixtle sobre prototipo | 234 |
| Yolanda Aranda, Natacha Hugón, Ariel Gonzalez | |
| Análisis de la forma, textura y color en los revestimientos de tierra para personas con discapacidad visual | 242 |
| José F. Pesántez Pesántez, Daniela E. Cabrera Torres | |

Tema 2

PATRIMONIO Y CONSERVACIÓN **250**

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

| | |
|--|------------|
| Las construcciones de tierra en Kaminaljuyu, Guatemala: características constructivas y desafíos para su conservación | 251 |
| Josué Alvarez, Barbara Arroyo | |
| Arquitectura en tierra: costa sur y altiplano de Guatemala | 263 |
| María Andrea Rojas Montes | |
| La arquitectura ancestral: muruqu-taru utapatrimonio del altiplano boliviano | 275 |
| Pacha Yampara | |
| El suelo como materia prima en la arquitectura de tierra en La Joya, Veracruz, México | 286 |
| Thania Alejandra García Zeferino, Sergei Sedov, Jaime Díaz Ortega | |
| La tradición de la arquitectura de tierra en Zacateca, México | 296 |
| Gerardo Fernández Martínez | |
| Materiales edáficos en la arquitectura de tierra: registro de ambiente y actividad humana antigua | 307 |
| Sergey Sedov, Alexandr Alexandrovskiy | |
| Transformación de la vivienda vernácula de Chichihualco, Guerrero, México | 316 |
| Francisco Rafael Lanche Espinoza | |
| Procesos participativos para la valoración de la arquitectura con tierra en Susudel, Ecuador | 323 |
| Fausto Cardoso, Alicia Tenze, Isabel Gárate, Sebastián Cardoso | |
| Pinturas murais em edificações históricas de Ouro Preto, Brasil | 333 |
| Alexandre Mascarenhas, Ivani Walendy Ramos, Paola de Macedo Gomes Dias Villas Bôas, Sandra Godoy da Silva | |
| Arquitetura vernácula na Lapinha da Serra, Brasil: motivos e perspectivas de sua preservação | 345 |
| Mariana Maia Klimkievicz Moreira, Marco Antônio Penido Rezende | |

INFORMES TÉCNICOS

- La herencia ancestral de las técnicas y los materiales constructivos** 357
Henry Rodríguez, Javier Estrada, Gloria Ajú
- Sistema de arquitectura de tierra durante la colonización española en Guatemala** 367
Mario Ceballos
- Mapeamento da construção com terra na Meseta Ibérica** 373
Ana Perdigão Antunes, Raphaela Christina Costa Gomes, Jorge Tiago Pinto, Ricardo Bento
- El “pajarete” en la vivienda rural de Colima, México: caracterización tipológica y constructiva** 386
Antonio Flores Calvario, Miguel Fernando Elizondo Mata, Minerva Rodríguez Licea
- Identificación y puesta en valor de los rasgos arquitectónicos que dan identidad a la arquitectura de tierra** 394
Aída Oviedo, Natalia María Suarez Quiroga
- Posta en valor del patrimonio vernáculo de tierra para uso social, el caso del Centro Cultural la Antigua Estafeta Sanagasta, Argentina** 401
Eduardo Enrique Brizuela, Verónica Mariana Vargas, Luis Alfredo Orecchia
- Valoración de la arquitectura de tierra en Cuenca, Ecuador, como herramienta para su conservación** 412
Fausto Cardoso Martínez, María Augusta Quizhpe Marín, María Cecilia Achig-Balarezo
- Criterios para intervenir en las edificaciones de tierra en la calle las Herrerías, Cuenca, Ecuador** 422
María Cecilia Achig-Balarezo, Camila Muñoz Vanegas, Juan David Castro, Fausto Cardoso Martínez

Tema 3

ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA 432

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- La arquitectura vernácula construida con tierra en Nicaragua: una alternativa futura** 433
Dulce María Guillén Valenzuela
- Legitimação da precariedade da taipa de mão no Brasil por políticas públicas de habitação rural, entre outros** 446
Carolina Nascimento Vieira
- Culturas constructivas en los valles de Tucumán: programas de vivienda y organizaciones sociales** 459
Matías Ortega, Beatriz Garzón

INFORMES TÉCNICOS

El bahareque: una expresión de resiliencia en la arquitectura colombiana 470
Lucia Esperanza Garzón

Proceso constructivo de la quincha en la ecovillaTunduqueral, Argentina 479
Laura Marín Carrillo

Taipa de mão em Barra do Bugres, Brasil: aspectos culturais e construtivos em habitação remanescente de quilombo 488
Carol Cardoso Moura Cordeiro, Raphael Pinto Brandão, Douglas Queiroz Brandão, Luciane Cleonice Durante, Ivan Júlio Apolônio Callejas, Emeli Aparecida da Guarda

Análisis de una experiencia constructiva en base a prototipo modular, híbrido y autoportante en la zona central de Chile 497
Felipe Mateo López

Educación, construcción y tierra: el caso de Zacatecoluca, El Salvador 506
Paola Marrone, Pier Luigi Ortolani, Ilaria Picilli

Formas de convívio e moradia no povoado São Miguel dos Correias, Brasil 517
Andrea Garcez de Farias, Frederico Lago Burnett

Viviendas en alta pendiente de la ciudad de La Paz 527
Esdenka Araoz Acosta

Modelo para la caracterización de construcciones con tierra en zonas rurales de Guatemala 531
Alvaro Francisco Ramírez Vásquez, Edgar Virgilio Ayala Zapata

Método para evaluar temperatura, humedad y velocidad del viento en las construcciones con tierra 539
Bertha Yolanda Solís Villagrán, Mario Rodolfo Corzo Ávila

Tema 4

FORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA 548

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Mujeres de arcilla: hábitat popular de tierra bajo una perspectiva de género mesoamericana 549
Elena Carrillo Palacios

INFORMES TÉCNICOS

A importância de publicar sobre terra 560
Filipe Jorge

Enquadramento legal e normativo da construção com terra em Portugal 567
Ana Antunes, Ana Velosa, Luís Mateus, Maria Idália Gomes, Vasco Rato

- Programa de capacitación para la reconstrucción con tierra en México** 576
Jon de la Rica Extremiana
- Conservación de bienes patrimoniales de tierra: capacitación de la comunidad** 588
Ricardo Flavio Gómez, Cristina Natalia Aballay, María Rosa Plana
- Saberes da terra: resgate de técnicas tradicionais
construídas por meio da educação patrimonial** 598
Mateus de Carvalho Martins, Maria Emília Barros Rezende, Sophia Jales Lima
- Modelo de transferencia tecnológica para la vivienda altoandina** 606
Silvia Onnis, Sofía Rodríguez-Larraín, GiuseppinaMeli, Silvana Loayza León
- Mujeres a la obra: género y construcción con tierra en Senegal** 616
María Brown Birabén, Soguy Ndiaye
- Formación técnica para la construcción con tierra en el norte de Nicaragua** 628
Fátima Sánchez Medina, Kathya Reyes Rivera, Julieth Gutiérrez Cárcamo
- Transferencia de conocimiento en adobe reforzado
y mejoramiento de vivienda en El Salvador y Guatemala** 639
Magda Nohemy Castellanos Ochoa, Carmen Elena Rivera Garcia, Rosa Delmy Núñez Treminio
- La minga: modelo participativo ancestral aplicado en las edificaciones de tierra
del sur del Ecuador** 650
Lorena Vázquez Torres, Fausto Cardoso Martínez, Marissa Pogo Ruiz, Tania Tenén Quito,
Gabriela Barsallo, María Cecilia Achig-Balarezo
- Revestimientos naturales para paredes de adobe en La Palma,
Chalatenango, El Salvador** 662
Magda Nohemy Castellanos Ochoa, Jackeline Tatiana Juarez Ascencio, Rosa Delmy Núñez Treminio
- A tradição do adobe em Santa Maria de Guaxenduba:
prática de extensão em uma comunidade brasileira** 668
Ingrid Braga, Izabel Nascimento

Tema 5

**INVESTIGACIÓN, CONSTRUCCIÓN E INTERVENCIÓN
EN ZONAS SÍSMICAS** 677

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Comportamiento dinámico experimental de una edificación histórica a escala:
Iglesia de San Raimundo** 678
Rolando Torres, Janeth De Paz, Jorge Campo, Alberto Blanco
- Evaluación de vulnerabilidad sísmica de la tapia
en zona sur de alta sismicidad en Colombia** 685
William A. Castillo Valencia

INFORMES TÉCNICOS

- Reutilización y restauración con mejoramiento sísmico de la Casa Barrientos en Izalco, Sonsonate, El Salvador** 697
Michele Zampilli, Erick Orellana Paz, Maria Pastor Altaba
- Factores que influyen en la construcción de viviendas con tierra considerando condiciones sísmicas** 712
EsvinObaldo Mayor López, Edgar Virgilio Ayala Zapata, Saulo Moisés Méndez Garza
- Análisis de fenómenos patológicos ocasionados en viviendas de tierra en la Provincia de San Juan, Argentina, por los terremotos de 1944 y 1977** 718
María Pía Castilla, Leonardo Jesús Funes, Vanesa Torres Atencio
- Bahareque con guadua como alternativa para la reconstrucción post terremoto en la costa ecuatoriana: caso de estudio Casa de Meche** 728
Patricio Cevallos Salas, Enrique Villacís, María Lorena Rodríguez, Cynthia Ayarza
-
- MEMORIAS DE DISEÑO Y OBRA** 735
- La Casona “Villa de Paris”: restauración de un inmueble histórico del siglo XVIII, La Paz, Bolivia** 736
Luis Arellano López
- Icono Andino: Chullpares de Uypaca Achocalla, Bolivia** 744
Jose Sergio Castillo Ossio, Luis Arellano López
- Restauración Casa Baltodano Briceño: Liberia, Guanacaste, Costa Rica** 752
María Bernadette Esquivel Morales
- Huaca Bellavista: conservación de un sitio Prehispánico hecho en tierra en Lima, Peru** 762
Roxana Gómez Torres, Henry Torres Peceros
- CASA ABALOS. arcaico moderno en la Precordillera de Peñalolen, Santiago de Chile** 772
Patricia Marchante, Pilar Silva
- Promoviendo la arquitectura y construcción con tierra: I CONACOT, Perú 2017** 781
María Teresa Méndez Landa, Henry Torres Peceros

PÓSTERES

-
- Obras comunitarias en la Sierra Gorda en El Ejido “El Roble” (comunidades Loma y Palma): Tierra Blanca, Guanajuato, México** 789
Daniela del Carmen Rodríguez Ortega
- La vivienda de tapia y su estado de conservación en Calpulalpan, Tlaxcala. México** 790
Blas Antonio Tepale Gamboa, Yoloxochitl Lucio Orizaga, Minerva Rodríguez Licea

- Resultados de la restauración de la arquitectura de tierra de Costa Rica** 791
María Bernadette Esquivel Morales
- Arquitectura colonial salteña: el cabildo y la vivienda** 792
Amalita Fernández, Camila Gea Salim
- Conservación y contexto del patrimonio construido con tierra del Barrio Santo Domingo, Tuxtla Gutierrez, Chiapas, México** 793
Amalia ParraMariona Genis
- Conservación de emergencia en el santuario arqueológico de Pachacamac, Peru** 794
Denise Pozzi-Escot, Jorge Aching, Hernan Chipana, Jorge Abad
- Muro–museo de las telecomunicaciones, bancas–jardineras y muros señalética en el Instituto Federal de Telecomunicaciones Ift Iztapalapa, Cdmx, México** 795
Diana Carbajal, Jorge Calderon, Nubia Valles
- Aplicación Test Carazas al patrimonio construido en tierra: Chullpares de Uypaca, Achocalla, Bolivia** 796
Pacha Yampara Blanco, Zazanda Salcedo Gutierrez



EDUCACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y TIERRA: EL CASO DE ZACATECOLUCA, EL SALVADOR

Paola Marrone¹; Pier Luigi Ortolani²; Ilaria Picilli³

Departamento de Arquitectura, Università degli Studi Roma Tre, Roma, Italia,

¹paola.marrone@uniroma3.it; ²pierluigiortolani@yahoo.it; ³ilariapicilli@gmail.com

Palabras clave: culturas constructivas, arquitectura vernácula, formación, autoconstrucción, comunidad.

Resumen

Los asentamientos informales han asumido vastas proporciones en América Latina durante aproximadamente un siglo con fenómenos únicos que no se encuentran en ninguna otra área del mundo. Representan el mayor desafío para la arquitectura contemporánea porque conllevan problemas constructivos, antropológicos y ambientales. La experiencia realizada en Zacatecoluca, El Salvador, por la *Università degli Studi Roma Tre*, la Alcaldía Municipal de Zacatecoluca y la Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, enseña mucho sobre la relación entre ciudadanos, autoridades, diseñadores y técnicos, en el marco de la mejora de las condiciones habitacionales de la población del asentamiento informal Ramal a través de la construcción y remodelación de viviendas. El objetivo del artículo es mostrar el proceso de planificación y decisión, llevado a cabo por los diversos actores que operan para promover el mejoramiento del hábitat, a través de la realización del edificio público comunitario, la restauración de la ex-estación de ferrocarril para reconvertirla en escuela de formación, la renovación de las viviendas, utilizando técnicas vernáculas y procesos de capacitación para la autoconstrucción. La intervención se desarrolla en tres fases: la elaboración del Plan Maestro para el análisis de soluciones urbanísticas y sociales, la realización del edificio comunitario y la reconstrucción y remodelación de las viviendas. A raíz de la presentación del Plan Maestro, comenzó la preparación para la construcción del edificio público, completado por la Estación, transformada en Escuela Taller de Artes y Oficios Tradicionales y Artesanales de El Salvador con el fin de crear conciencia sobre temas de sostenibilidad y cultura constructiva. La población así formada deberá mejorar su hábitat a través de la autoconstrucción, utilizando técnicas vernáculas en tierra y madera. El principal resultado obtenido es la elaboración de un manual popular de construcción de viviendas en adobe sismo resistente, guía útil para resolver dudas durante la construcción.

1. INTRODUCCIÓN

Un asentamiento informal es un tramo de la ciudad moderna globalizada, caracterizada por condiciones higiénico-sanitarias pésimas, densidad habitacional alta, escasos servicios a los habitantes y ubicación en lugares invivibles, además que parcial o total falta de escrituras y tenencia de la tierra (ilegalidad). Según las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y en particular de ONU-Hábitat, en el 2001 alrededor del 30 % de la población urbana mundial vivía en barrios marginales, dato que sube al 38 % en Asia oriental y al 39,8 % en las regiones en vía de desarrollo, por un total de alrededor 760 millones de personas (UN-HABITAT, 2013).

Los asentamientos precarios ponen a los técnicos importantes cuestiones, que están a la base de los principales desafíos que enfrentan las teorías de la arquitectura y los profesionales que se ocupan del hábitat (Fernandes, 2011). La esfera ambiental, social y antropológica es clave para describir la calidad y las modalidades habitacionales de los residentes, las cuales impactan a la sociedad y a la economía de la ciudad, y viceversa.

Durante un siglo y medio, generaciones enteras de pobladores rurales en América Latina se han visto obligados a abandonar el campo para migrar a la ciudad, a sus márgenes, donde no han tenido la oportunidad de mejorar su calidad de vida y participar activamente en la sociedad (Didier, 1981). Se produjeron limbos sociales y humanos no resueltos, lugares

aislados de la cultura material e inmaterial, sea de los lugares de proveniencia como de los de reubicación.

La colaboración entre la *Università degli Studi Roma Tre* y la Secretaría de Cultura de la Presidencia de El Salvador (desde el 19 de abril de 2018 transformada en Ministerio de Cultura), en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la Secretaría de Cultura de la Presidencia de El Salvador mediante la valorización del patrimonio cultural”, financiado por la Agencia Italiana de Cooperación al Desarrollo (AICS), tiene la finalidad de contribuir a la construcción del conocimiento y del saber hacer, a través de acciones concretas. Un ejemplo es el mejoramiento del asentamiento informal Ramal A, ubicado en el Municipio de Zacatecoluca, Departamento de La Paz, en la zona central de El Salvador (figura 1). La estrategia prevé: la realización de un nuevo edificio de uso colectivo y comunitario, la restauración de la ex-estación de ferrocarril para reconvertirla en escuela de formación edilicia y social, reconstrucción y remodelación de viviendas, introducción de servicios básicos, a través de técnicas constructivas vernáculas y tradicionales, propuestas en clave moderna para satisfacer las exigencias del vivir contemporáneo.



Figura 1. Ubicación y fotografía aérea de la comunidad Ramal, Zacatecoluca, Departamento de La Paz, El Salvador

2. OBJETIVOS

La misión de la *Università degli Studi Roma Tre* es la promoción y la realización de la investigación; la realización de actividades didácticas y formativas de nivel superior dirigidas a la formación intelectual y a la adquisición de elevadas competencias profesionales de los participantes; la participación en los procesos de innovación cultural y tecnológica de la sociedad y del mundo productivo. Didáctica e investigación, en todas las áreas disciplinares, se dirigen a un mundo global interactuando constantemente e intercambiando experiencias mutuas. La universidad considera también la dimensión internacional de las propias actividades como característica estratégica. En particular, el objetivo general del proyecto es la mejora de las condiciones higiénico-sanitarias de la población del Ramal a través de la construcción y remodelación de viviendas en adobe.

La comunidad del Ramal forma parte de los 26 asentamientos urbanos precarios (AUP), caracterizados por precariedad extrema y alta, identificados en el Mapa de Pobreza Urbana y Exclusión Social (2010) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, financiada por el Gobierno del Gran Ducado de Luxemburgo. La situación de pobreza contribuye a la generación de violencia y a la presencia de grupos delincuenciales, generando una sociedad con menor cohesión, menos participativa y propositiva, y de esa manera más excluida. La población más vulnerable frente a la violencia es generalmente constituida por niños, jóvenes y mujeres (Cerasoli et al., 2017).

La comunidad Ramal está compuesta por 423 personas, por un total de 115 familias, las cuales se asentaron allí a partir de los años 1980. La mayoría de los habitantes fueron empleados por la sociedad Ferrocarriles Nacionales de El Salvador (FENADESAL), la cual los autorizó al uso de los terrenos cercanos a la estación del ferrocarril de Zacatecoluca, ahora en abandono. Las familias se dividen en dos sectores: Caserío Las Flores (69 familias) y Caserío El Empalme (46 familias), que en el 2010 fueron beneficiadas por el Decreto Legislativo N° 378 (2010).

En el 2015 el Consejo Municipal de Zacatecoluca otorgó la escritura de propiedad a las familias de 118 lotes, declarando el proyecto de interés social. No obstante, las familias ahora cuentan con la tenencia de la tierra pero viven todavía en condiciones de precariedad urbana y social: escasos o inaccesibles servicios básicos, riesgos físicos por la morfología del terreno, violencia difusa, condiciones económicas precarias e informales. Además, 22 lotes no cuentan todavía con la escritura por no estar adecuados según los parámetros de factibilidad, dada la topografía y conformación del territorio.

El área de interés se desarrolla a lo largo de 1,5 km con orientación prevalente de Norte a Sur. Se caracteriza por un paisaje irregular que de Norte-Este degrada hacia Sur- Oeste. En la parte oeste pasa el río Sapoyo, a sureste está ubicada la Cárcel de extrema seguridad de Zacatecoluca, la cual representa un elemento de la cotidianidad de los habitantes dado que algunos tienen familiares encarcelados allí. En la cercanía del Ramal pasa la carretera principal hacia San Salvador. La vegetación es tropical, verde y exuberante, sin una disposición planificada.

El Ramal está constituido por 150 construcciones (figura 2) y su densidad habitacional no es muy alta, comparándola con otros contextos similares en El Salvador u otros estados de América Latina. El Coeficiente d'Emprunte au Sol (C.E.S.), que define la relación entre la superficie construida y el área total, es de 0,199, es decir que solo en el 20% de los lotes se encuentran viviendas. Si se compara este dato con la situación de las favelas brasileiras, este dato sube a 0,7 – 0,8 (Didier, 1981).



Figura 2. Vivienda del Ramal (Cerasoli, 2017)

Los macro - objetivos de la intervención son:

- a. Fortalecer los conocimientos de la población en el área de la construcción tradicional como motor de desarrollo socioeconómico.
- b. Fortalecer los lazos comunitarios, el trabajo en equipo, el apoyo mutuo, la participación activa de las mujeres y la recuperación emocional a través de proyectos concretos de autoconstrucción.
- c. Promover el fortalecimiento de capacidades y la autonomía de la cooperativa de jóvenes constructores del Ramal.

Los objetivos específicos también conciernen:

- a. Identificar las viviendas que serán remodeladas y reconstruidas, luego del análisis del estado de degrado contenida en el Plan Maestro del área.
- b. Definir las intervenciones que se realizarán en los lotes, de acuerdo con las condiciones topográficas y de riesgo del suelo.
- c. Definir el uso de las tecnologías constructivas (adobe y bahareque) para las intervenciones que se realizarán: el bahareque se utilizará para la reconstrucción y realización de la unidad tecnológica; el adobe para la remodelación.

Prever la posibilidad de replicar fácilmente las técnicas utilizadas para promover la autoconstrucción.

3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El proyecto de recalificación ambiental y edilicia del Ramal se ha formulado gracias a los resultados obtenidos por medio de la elaboración de la línea base en el año 2015. La línea base ha requerido crear previamente herramientas adecuadas para la observación visual de las características físicas del entorno (fichas técnicas) y la recolección de datos socio económicos de las familias habitantes del Ramal (encuestas socio económicas). Además, se ha promovido el involucramiento del gobierno local y de sus técnicos para la creación de un equipo multidisciplinario que en conjunto con los profesionales expertos de Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima (FUNDASAL) y de la Universidad Roma Tre colaboraran para la recolección y sistematización de datos, la investigación bibliográfica y la propuesta de soluciones técnicas que pudieran responder a las necesidades de la población local y de integración del asentamiento a la ciudad formal. La investigación ha llevado a la formulación del Plan maestro para la recuperación e integración del asentamiento informal del Ramal en el Municipio de Zacatecoluca, avalado en el año 2017, el cual presenta cuatro líneas estratégicas de acción (infraestructura, movilidad y espacio público, medioambiente, habitacional y equipamiento comunitario, crecimiento socioeconómico) para el desarrollo territorial del área en objeto. En el artículo se presentan las acciones implementadas en la estrategia habitacional y de equipamiento comunitario.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 La recuperación de las construcciones en tierra para la recalificación ambiental y edilicia del Ramal

El proyecto de recalificación social, ambiental y edilicia del Ramal consta de tres intervenciones interconectadas: la ex-estación de ferrocarril, el nuevo edificio público, el asentamiento habitacional (figura 3). La restauración de la estación ferroviaria, que prevé su conclusión al final del año, ha sido el motor del proceso de regeneración del área. Para la restauración se creó una escuela del aprender-haciendo, llamada Escuela Taller de artes y oficios tradicionales y artesanales de El Salvador (ESTASAL). Los estudiantes son habitantes de la comunidad Ramal, los cuales se han constituido en una cooperativa de mano de obra especializada en restauración de edificios de patrimonio histórico cultural.



Figura 3. Ubicación de las intervenciones previstas en el Ramal, Zacatecoluca, El Salvador

Ellos mismos participarán activamente a la construcción del nuevo edificio público y al proceso de construcción y remodelación de las viviendas, por los cuales se empezará un programa de formación a la autoconstrucción con tecnología en tierra.

El edificio público se realizará al lado de la ex-estación de ferrocarril, creando así un nuevo espacio de convivencia para la comunidad: una plaza pavimentada con islas verdes y asientos protegidos por una pérgola para protegerse del sol. La tecnología constructiva utilizada prevé bloques de tierra comprimida para aumentar la resistencia a la torsión y a la flexión de la estructura. El edificio está compuesto por módulos, dirigidos a hospedar una enfermería, baños, salón comunitario multifuncional. El edificio representa el primer paso para la recalificación del Ramal, en conjunto con la restauración de la ex-estación, en cuanto representan la vida colectiva de la comunidad, gracias a la oferta de espacios de agregación social y formación. Además, el edificio quiere ser ejemplo de unión entre las nuevas exigencias habitacionales y el uso milenario de la tierra.

La segunda fase prevé la recalificación de las viviendas a través de la metodología aprender haciendo, que portará a la concientización y capacitación de los habitantes para la autoconstrucción de las viviendas.

La formación es el motor del desarrollo social y económico de la comunidad: sin saber y saber hacer, el tejido social se empobrece culturalmente y productivamente. Redescubrir las técnicas constructivas vernáculas es una manera estratégica de fortalecer la economía y sensibilizar la población a la posibilidad de un hábitat más digno, saludable y amigable con el medioambiente.

La autoconstrucción es fundamental para que la población pueda ser autosuficiente dentro el sector de la construcción, donde la especulación económica y el arribismo han hecho ya daños irreparables.

Según Hays y Matuk (1996), después del fin de la guerra civil salvadoreña en 1993, la población local no confiaba en los materiales tradicionales (madera y tierra) ni en las técnicas constructivas utilizadas por generaciones atrás (adobe y bahareque). Las personas empobrecidas, pero sobrevivientes de las masacres, preferían el uso de cemento y hierro, como símbolos del estatus social, de reconocimiento económico y, también, de ignorancia (Hays, Matuk, 1996). El sistema inmobiliario y arquitectónico salvadoreño se ha venido empobreciendo, con pérdidas de conocimientos y técnicas locales, durante los últimos veinticinco años.

Con el propósito de salvaguardar la tradición arquitectónica y tecnológica, la Universidad Roma Tre ha promovido la formación y autoconstrucción para que las generaciones futuras puedan gozar de los beneficios del derecho a la vivienda y de las técnicas constructivas locales.

La intervención se inserta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y en la agenda 2030 de desarrollo urbano de la ONU (United Nations, 2015). Por lo que concierne los asentamientos precarios, la ONU hace hincapié sobre la seguridad (de los terrenos, de las personas y de la tenencia de la tierra), el desarrollo humano y social, la sostenibilidad de los recursos utilizados en la construcción o reconstrucción y la mejora de las condiciones habitacionales (higiene, salud, salubridad de los lugares y servicios).

Siguiendo los lineamientos de la ONU, se ha analizado el área del Ramal de Zacatecoluca, considerando los factores ambientales (vegetación, irradiación, pluviosidad), factores humanos (condiciones de precariedad habitacional, el modelo social a satisfacer, la composición interna de la casa según las necesidades específicas de hombres y mujeres).

El análisis ha arrojado algunos elementos interesantes y peculiares del Ramal. Primero, el 74 % de la población tiene la escritura de propiedad, permitiendo el rol protagónico de los mismos habitantes en los procesos de desarrollo. Segundo, se han detectado las áreas vulnerables a derrumbamiento y la variedad de materiales constructivos utilizados. El 34 % de las viviendas son construidas en adobe, síntoma que el contacto con la tierra y con la localidad es todavía un elemento que caracteriza la vida de los salvadoreños. El Ramal carece de red de alcantarillado, de agua potable y de drenaje de aguas lluvias, así como la distribución de energía eléctrica es escasa, con consecuentes graves problemas de higiene y salubridad. El sismo, sobre todo después el terremoto ocurrido en el año 2001, constituye una grave amenaza por la estabilidad de las construcciones existentes, sea en tierra que en cemento.

La intervención propuesta prevé catalogar la tipología de degradado de la vivienda para jerarquizar las acciones y priorizar la reconstrucción o la remodelación de las viviendas. Las condiciones de degradado se definen sobre la base de algunos parámetros, como el las condiciones del edificio y del lote y riesgos ambientales, Además, se prevé la inserción de nuevas funciones y servicios, el mantenimiento de zonas verdes, la puesta en seguridad de los taludes, el uso de vegetación para contención del terreno y para protección del sol, según un plan maestro del área. Los niveles de intervención son tres: reconstrucción, saneamiento, renovación y ampliación.

La reconstrucción representa el nivel de degradado más alto, donde se ve en riesgo la vida de sus habitantes, debido al no cumplimiento de los parámetros de seguridad de la vivienda. Se prevé la demolición y reconstrucción de 71 viviendas. El módulo habitacional propuesto consta de espacios organizados en sucesión y apoyados a una unidad arquitectónica elemental, el muro, el cual en su interior alberga funciones y elementos útiles al funcionamiento de la casa. La pared, de espesor de 1,60 m, contiene a su interior la cisterna de recolección de agua lluvia, un inodoro, un lavabo, el cuadro eléctrico y seis paneles fotovoltaicos. De tal manera que todas las funciones tecnológicas se encuentran en un único elemento arquitectónico, que dibuja también el límite del lote, creando un dialogo con el vecino, gracias a un juego de alturas, de cuotas diferentes y de colores. La vivienda que se apoya al muro equipado no tiene así elementos de difícil composición y puede ser construida con facilidad por los habitantes. Se prevé también la posibilidad de ampliar la vivienda en fases sucesivas según el crecimiento de la familia. Las paredes se construyen según la técnica del *torchis* o bahareque, en la cual un marco de madera, reforzado por bambú, se rellena y se cubre de tierra con aditivos vegetales. El piso es de tierra y paja con un revestimiento ligero en tierra compactada, y abajo se encuentra una cámara de aire para el aislamiento térmico del pavimento. El techo tiene una inclinación de 30° realizado con tableros de madera, sostenido por vigas en correspondencia de las paredes verticales, además que un aislamiento térmico en tierra y paja y tejas, por un aspecto visual más agradable y familiar.

El saneamiento corresponde a un nivel de degrado intermedio. En esos casos las viviendas presentan daños a elementos puntuales de la estructura, como por ejemplo al techo, al piso, a las paredes y presencia de humedad que sube del terreno. Se prevé en una primera fase la autoevaluación por parte de los mismos habitantes de los elementos constructivos de su vivienda con el fin de que adquieran consciencia para priorizar donde intervenir. De aquí se procede con la capacitación para que puedan trabajar puntualmente sobre el daño, siguiendo los lineamientos recibido. Se pretende que los habitantes reconozcan las patologías estructurales y constructivas principales, y que sepan proponer la operación para subsanar el daño, como por ejemplo repellar, producir adobe sismo resistentes, cimientos, canalizaciones para el drenaje de las aguas lluvias, impermeabilización y aislamiento y las coberturas con paja y tierra (figura 4).

La renovación y la ampliación corresponde al nivel de degrado más bajo. Las viviendas están caracterizadas por deterioro de repello, falta de letrina o de otros servicios. Se prevé intervenciones según los criterios ambientales como: uso de la tierra, modularidad de la construcción (módulo cuadrado con parámetro fijo de 3 m según límites constructivos estructurales), repellos de tierra y paja con propiedades higrométricas mejores de los repellos industriales y meno caros, techo de tablonces de madera, paja, tierra y tejas, en vez de lámina, con una inclinación de 30° o en todo caso no menor de 20°.

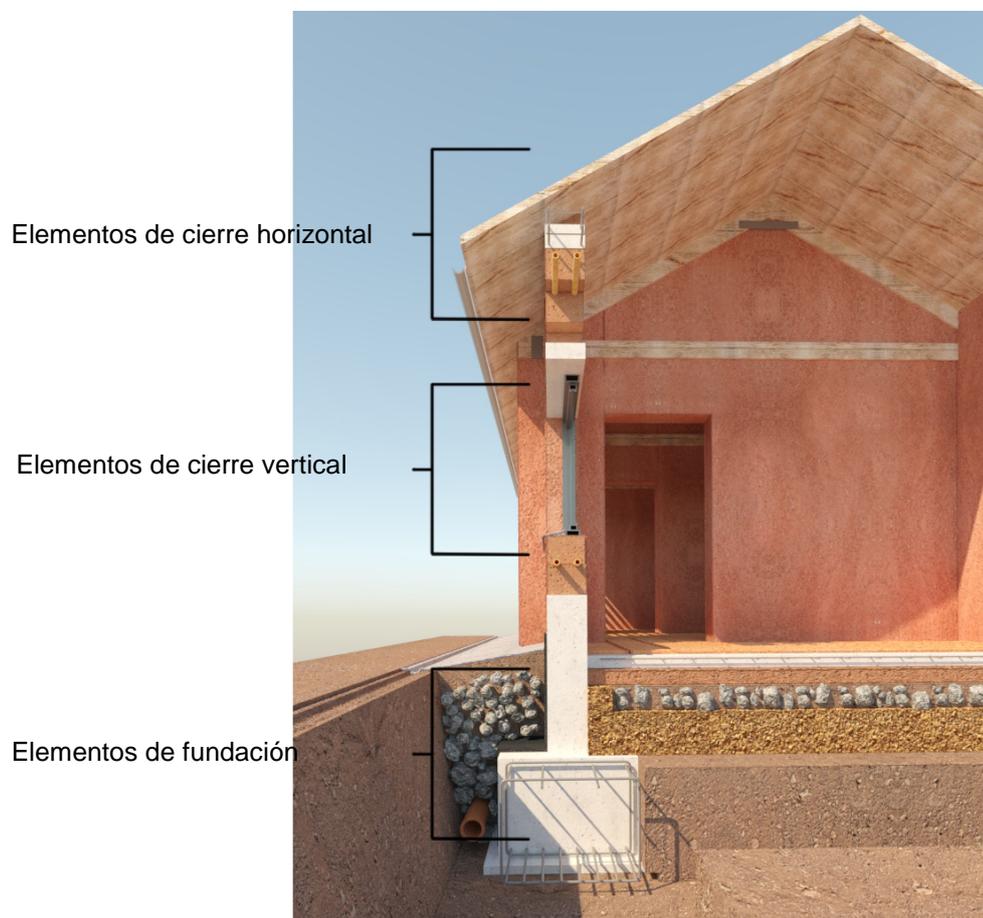


Figura 4. Ejemplificación de los elementos de construcción del segundo nivel de intervención para la mejora de viviendas: saneamiento

4.2 El proyecto: entre formación y autoconstrucción

Por lo que concierne los aspectos formativos y constructivos, el cuadro de referencia es la experiencia decenal de FUNDASAL (El Salvador) y CRAterre (Francia); de esta última organización, en particular, el trabajo didáctico y práctico de Houben y Guillaud (1989). Estas instituciones desde años investigan sobre la tierra como material de construcción y

recupero de la arquitectura vernácula, estudiando técnicas innovadoras para responder a los requisitos de factibilidad, economicidad y coherencia con las exigencias habitacionales.

Gracias a la colaboración con FUNDASAL, el proyecto formativo se ha estructurado en dos fases interrelacionadas: la capacitación en aula y en el campo.

La metodología de construcción es bajo ayuda mutua, la cual consiste en que los habitantes de la comunidad participan por grupos en jornadas de trabajo en las diferentes etapas de la construcción de la obra, principalmente en las actividades que no requieran mano de obra especializada. La ayuda mutua permite adquirir nuevos conocimientos y capacidades para los habitantes que a futuro puede generarles ingresos y les permita contribuir al cuidado y mantenimiento de sus viviendas. Otro aspecto importante de la ayuda mutua es que permite la cohesión del grupo y la convivencia. La Cooperativa de jóvenes de la Escuela de artes y oficios tradicionales y artesanales de El Salvador (ACOESTASAL), a través de esa metodología, pueden transmitir sus conocimientos y replicar lo aprendido a otros jóvenes (figura 5). Previo al inicio de cada proceso de ejecución se brindan talleres de capacitación bajo la metodología de aprender haciendo que permite fortalecer las capacidades constructivas de los habitantes y realizar ampliaciones a futuro. Además, la estrategia social prevé en paralelo el componente de fortalecimiento de la organización comunitaria, el rescate de la identidad comunitaria y fomento de valores sociales y comunitarios como la fraternidad, convivencia, unidad, jornadas educativas sobre higiene en el hogar y en la comunidad, sobre las enfermedades producidas por la humedad y el estancamiento de aguas residuales, formación para un adecuado uso y mantenimiento de las obras realizadas.



Figura 5. Estudiantes de la ESTASAL y pertenecientes a la Cooperativa ACOESTASAL durante las horas de enseñanza

La autoconstrucción prevé la capacitación sobre los siguientes elementos constructivos:

- a. Las fundaciones: fundaciones de tipo superficial, protegidas en hormigón armado o en ladrillos, impermeabilizadas y con canales de drenaje del agua.
- b. Sobre cimientos: elementos de diálogos entre las fundaciones y los muros, protegidos con masas de tierra para evitar erosión causada por agua o condensación. Es indispensable el mantenimiento periódico de la masa de tierra o su sustitución cuando su vida útil ya finalizó.
- c. Paredes: en adobe, bahareque o tapia pisada, según las exigencias de la construcción nueva o existente. En particular, se ha investigado la resistencia al sismo (a flexión y torsión) de los elementos, con la inserción de refuerzos en madera.

- d. Aperturas: las relaciones geométricas y el modularidad de los elementos transparentes. Las aperturas respetan siempre la misma distancia entre ellas y con las paredes. La distancia mínima de la esquina a la abertura es de 90 cm y entre aperturas es de 1 m. Establecer las aperturas para la ventilación natural interna es muy importante, sobre todo en un clima húmedo como el tropical salvadoreño. La relación se da calculando el número de adobe que componen la altura de la apertura.
- e. Techo: la inclinación es de al menos 20°, compuesto por tablones de madera, tierra y paja, protección en tejas. El techo a dos aguas se prefiere a la cobertura plana por motivo de continuidad con la tradición arquitectónica local y para garantizar un buen drenaje de las aguas lluvias.

5. CONCLUSIONES

Los resultados que el proyecto ha obtenido y alcanzará son muchos. El principal es la elaboración de un manual popular de construcción y saneamiento de viviendas en adobe sismo resistente o bahareque para los pobladores, el cual facilitará el proceso de autoconstrucción, siendo una guía útil para resolver dudas y problemáticas durante la construcción (figura 6).

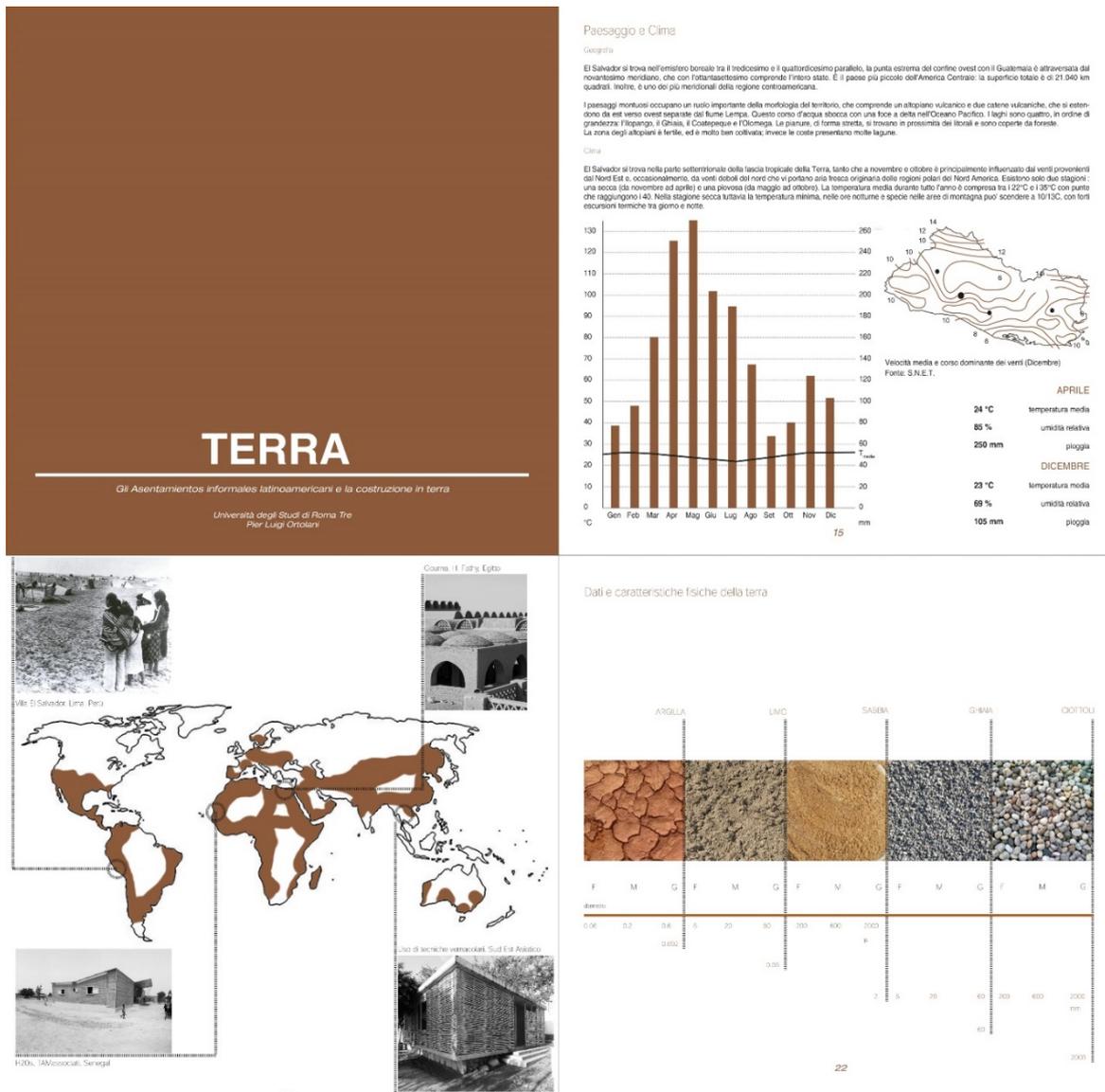


Figura 6. Imágenes tomadas del manual popular de construcción de viviendas en adobe sismo resistente en elaboración

El primer capítulo del manual describe la situación de los asentamientos informales y de sus habitantes en El Salvador.

Los capítulos sucesivos son dedicados al material tierra y a sus características físicas y granulométricas, necesarias para reconocer el tipo de tierra y como se puede utilizar. La última parte describe los elementos constructivos que componen el edificio y como utilizarlos.

Las fichas técnicas presentes en el manual son elaboradas con lenguaje popular y con dibujos simples que explican los procesos constructivos: como producir buenos adobes, cimientado y sobrecimiento, paredes y contrafuertes, soleras y corona, repello, piso, techo, mantenimiento y ampliación de la vivienda. Las 31 fichas se dividen en dos secciones: una para presentar las técnicas de construcción, la otra para explicar los elementos de la unidad tecnológica que contiene los servicios de la casa.

Cada una de las fichas técnicas tiene indicaciones sobre:

- a) Materiales y herramientas a utilizar.
- b) Los pasos para ejecutar la operación.
- c) Advertencias: errores recurrentes.
- d) Acciones que se pueden trasladar a la vida cotidiana.

Estas fichas constituyen la última sección del manual y la más importante para fines educativos y constructivos. De hecho, el manual busca acercarse primero al lector y al problema de los asentamientos informales, luego al uso de la tierra como técnica constructiva, y finalmente trata de dar pautas técnicas sobre las construcciones en tierra.

La finalidad del proceso formativo es que los y las habitantes puedan analizar autónomamente el proceso constructivo de la propia vivienda, privilegiando el uso de la tierra en lugar de otros materiales industriales, con la adecuada cura en los detalles constructivos y técnicos.

El principal resultado alcanzado hasta la fecha es la demostración de la importancia de establecer un objetivo común entre profesionales, políticos y población, para obtener resultados eficaces que puedan satisfacer las exigencias de todos los actores del territorio.

El resultado previsto, a través de la redacción del manual, es aumentar el nivel de conciencia por parte del lector sobre el mejoramiento del hábitat en asentamientos precarios. De hecho, incluso antes del conocimiento técnico, la concienciación y la formación deben servir para el desarrollo de este entorno humano.

La preocupación del arquitecto, que trabaja en el ámbito vernáculo, tiene que ser la valorización de las particularidades del territorio, según los valores identitarios del lugar, interrumpiendo las lógicas de especulación en la construcción. Eso quiere decir, poner particular atención en el uso de materias primas locales y en técnicas constructivas tradicionales vernáculas, relacionadas a la tierra.

En conclusión, el recupero y la valorización del patrimonio local y la transferencia de conocimientos y capacidades contribuyen a detener la ampliación de áreas informales degradadas, en pro del desarrollo humano y económico integral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Decreto Legislativo n°378 (2010). Ley para la desafectación y traspaso de los terrenos del tramo ferroviario en desuso. San Salvador: Asamblea Legislativa de El Salvador

Cerasoli, M.; Amato, C.; Orellana, E.; Guzman Prado, A. (2017). Plan maestro para la recuperación e integración del asentamiento informal del Ramal A en el Municipio de Zacatecoluca

Didier, D. (1981). Architectes des favelas. Paris: BORDAS

Fernandes, E. (2011). Regularización de asentamientos informales en América Latina. In: Informe sobre Enfoque en Políticas de Suelo. Cambridge: Lincoln Institute for Land Policy Press.

FLACSO, MINEC, PNUD (eds) (2010). Mapa de pobreza urbana y exclusión social. Volumen 1. Conceptos y metodología. El Salvador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ministerio de Economía, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Hays, A.; Matuk, S. (1996). Construire pour la paix. Paris: CRATerre Amérique Latine – UNESCO

Houben, H.; Guillaud, H. (1989). Traité de construction en terre. Marseille: CRATerre – Parenthèses

United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development.

Disponible en

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>.

UN-HABITAT (2013). State of the world's cities 2012-2013. New York: Routledge.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al profesor Mario Micheli, director del proyecto “Fortalecimiento de la Secretaría de Cultura mediante la valorización del patrimonio cultural” y delegado único para la cooperación en El Salvador por parte de la Universidad Roma Tre, al cuerpo docente y administrativo del departamento de Arquitectura de la Universidad Roma Tre, a los estudiantes y tesisistas que han participado al éxito del proyecto.

AUTORES

Paola Marrone, arquitecta y Ph.D., es Catedrática de Arquitectura en la Universidad de Roma Tre, Departamento de Arquitectura. De 2014 a 2017 ocupó el cargo de Delegada del Rector para la Sostenibilidad Ambiental. Desde 1997 ha estado estudiando e investigando en el campo de la Tecnología. Hasta la fecha, ha dirigido y participado en 33 actividades de investigación, todas documentadas por publicaciones y participaciones en conferencias internacionales.

Pier Luigi Ortolani, estudiante italiano de Máster en Diseño Arquitectónico en la Universidad Roma Tre, asistente del Laboratorio de Construcción de Arquitectura. Actualmente tesisista sobre el tema de la Arquitectura aplicada a contextos informales y vernáculos, con particular referencia al caso de estudio del Ramal de Zacatecoluca, El Salvador.

Ilaria Picilli, italiana, arquitecta egresada de la Universidad Politécnica de Milán. Actualmente *research fellow* de la Universidad Roma Tre en El Salvador, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la Secretaría de Cultura mediante la valorización del patrimonio cultural”. Desde el 2010 ha coordinado proyectos de cooperación internacional relacionados a los temas de planificación territorial, hábitat, gestión de riesgo, participación ciudadana y conservación del patrimonio cultural y arquitectónico.

SIACOT 2018

18° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra

En el presente libro se presentan los siguientes talleres realizados durante el evento: 1. *Identificación de tierras*; 2. *Tapia*; 3. *Revestimientos y pinturas*; 4. *Adobe*; 5. *Bajareque* y 6. *Tierra vertida*.

Los 71 trabajos académicos aprobados, entre *artículos científicos* e *informes técnicos*, se agrupan según los siguientes temas:

1. Materiales y culturas constructivas;
2. Patrimonio y conservación;
3. Arquitectura contemporánea;
4. Formación y transferencia de tecnología; e,
5. Investigación, construcción e intervención en zonas sísmicas.

También se presentan los 6 trabajos relativos a *Memoria de Diseño y Obra*, modalidad de artículo técnico en la cual se presentan trabajos profesionales relacionados a las prácticas de la construcción con tierra, además de los 8 *Pósteres* que, juntos, integran la exposición PROTERRA 2018

El evento de PROTERRA fue organizado localmente por las siguientes instituciones, de la *Universidad de San Carlos de Guatemala*: *Facultad de Arquitectura*, *Facultad de Ingeniería* y *Centro de Investigaciones de Ingeniería*.

Las actividades se realizaron en edificios icónicos del patrimonio arquitectónico de tierra, de La Antigua Guatemala (una de las ciudades patrimoniales más expresivas de la región mesoamericana), con el apoyo de diversas instituciones locales.

ISBN 978-9929-778-74-0

