

# Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio localidad de Raíces, Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca, Estado de México



Mercedes Ramírez Rodríguez\*, Jesús Aguiluz León\* y Ramón Gutiérrez Martínez\*

Recepción: 12 de febrero de 2013

Aceptación: 6 de mayo de 2013

\* Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México, México.  
Correos electrónicos: merrramirez@yahoo.com.mx; fad\_pydes@yahoo.com.mx y dr.ramongutierrez@yahoo.com.mx

Artículo derivado del Proyecto de Investigación "Vivienda ecológica modular transportable: como una propuesta de intervención para reubicar los asentamientos irregulares del Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca", 244/2012U. Se agradecen los comentarios de los árbitros de la revista.

**Resumen.** Como una alternativa a la construcción de la vivienda, este artículo introduce una nueva tecnología para edificar un prototipo de casa de adobe con energías renovables. Se muestra una metodología para su diseño que se establece a partir de las características de las viviendas de la localidad de Raíces, ubicada en el municipio de Zinacantepec, dentro del territorio del Parque Nacional del Nevado de Toluca, espacio natural protegido por Decreto en 1936.

**Palabras clave:** vivienda de adobe, energías renovable.

**Prototype of Adobe House with Renewable Energy: Case Study in the Town Raíces, Natural Protected Area, National Park Nevado de Toluca, State of Mexico**

**Abstract.** As an alternative type of housing construction, this article introduces a new technology to build a prototype of an adobe house with renewable energy. It also shows a methodology for the design of the prototype house, which is based on the characteristics of the houses in the town of Raíces, located in the municipality of Zinacantepec, within the National Park "Nevado de Toluca", a natural reserve protected by decree in 1936.

**Key words:** adobe housing, renewable energies.

## Introducción

El crecimiento acelerado de los asentamientos irregulares, localizados en el Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca (Decreto 25-01-1936, CONANP), requiere una atención integral que contemple nuevas propuestas de vivienda para beneficiar a los pobladores, además de garantizar el respeto y la coexistencia con el medioambiente.

Dadas sus particularidades –ubicación, densidad poblacional y entorno social–, resulta viable diseñar y edificar viviendas de acuerdo con la perspectiva teórica de la arquitectura bioclimática, cuyo concepto prevé un proyecto arquitectónico que incluye la orientación adecuada de la

vivienda, así como la zona correcta para colocar ventanas, a efecto de asegurar ventilación y confort térmico, en estrecha correspondencia con estrategias auxiliares como colocar focos ahorradores (que por supuesto no implica cambiar la instalación eléctrica), economizar el uso del agua al instalar inodoros de dos pasos y calentadores solares o celdas fotovoltaicas (Gobierno del Estado de México, 2012).

El artículo presenta un nuevo sistema tecnológico para la construcción de un prototipo de vivienda de adobe con energías renovables. El diseño se apoya en una metodología fundamentada por un estudio de la población marginal de Raíces, que se ubica con asentamientos irregulares en el Parque Nacional del Nevado de Toluca.

## 1. Suposiciones de la metodología para el diseño del prototipo de vivienda

Hoy en día, las familias que viven en asentamientos irregulares, y se les clasifica como población marginal, arrojan las siguientes características (con base en elaboración propia de las 295 familias en Raíces):

- a) 98 % de la población no concluyó la primaria
- b) 92% carece de bienes (refrigerador, lavadora, computadora, etc.)

**Cuadro 1. Características de la vivienda.**

Concepto	Material	Porcentaje	Núm. de viviendas
Pisos	mosaico	2.05	6
	tierra	42.04	124
	concreto	55.91	163
Muros	tabique	27.12	80
	cartón	2.71	8
	madera	70.17	207
Techos	teja	1.03	3
	lámina	7.80	23
	madera	68.13	201
	cartón	4.06	12
	concreto	18.98	56
		100 %	295

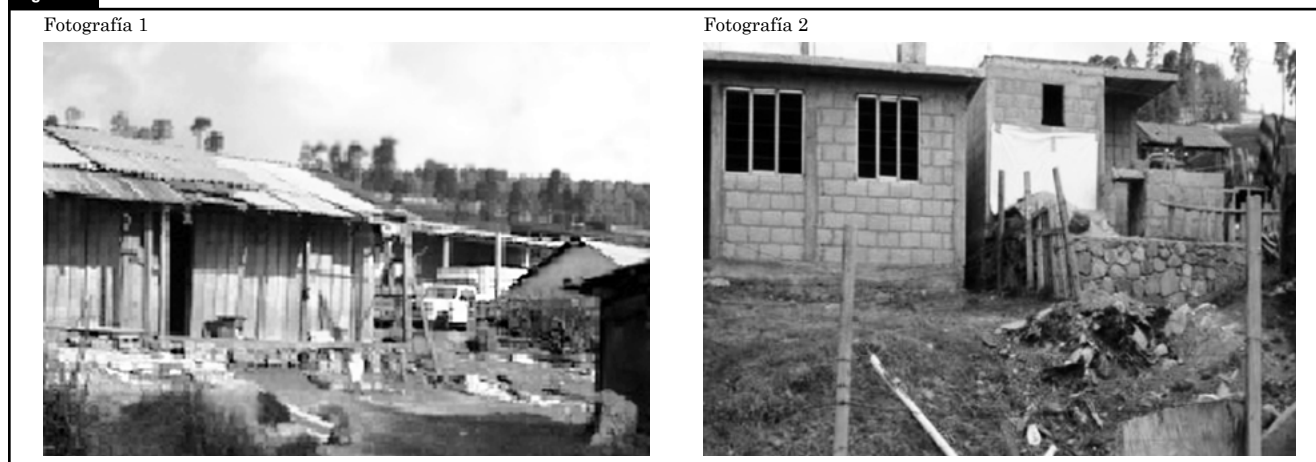
Fuente: elaboración propia con base en datos oficiales del INEGI (2010) e investigación de campo (2012).

**Cuadro 2. La vivienda y los servicios.**

Concepto	Porcentaje	Núm. de viviendas
Cocina	93.22	275
Baño	12.20	36
Agua	71.18	210
Electricidad	88.47	261

Fuente: elaboración propia con base en datos oficiales del INEGI (2010) e investigación de campo (2012).

**Figura 1. Orientación incorrecta de las viviendas.**



c) La mayoría de sus viviendas presenta diversos problemas como orientación inadecuada, materiales de lámina y teja en techumbres, lo que trae consigo diferentes patologías como humedades y enmohecimientos. Además de ello hay falta de servicios sanitarios, carencia de sistemas de drenaje y descarga de aguas negras a cielo abierto y con ello la infiltración a los mantos freáticos.

Factores que justifican un análisis de las viviendas de la localidad de Raíces, clasificada como asentamiento irregular, a partir de una metodología para diseñar un prototipo de casa de adobe en busca de mejorar la calidad de los hogares.

## 2. Metodología fundamentada en el análisis de las características de la vivienda de Raíces para el diseño de un prototipo de vivienda de adobe

Actualmente, en la localidad de Raíces, viven 295 familias que se han establecido como asentamientos irregulares y población marginal (CONAPO, 2010). Los datos oficiales, así como la investigación de campo, demuestran que en las viviendas prevalecen los siguientes problemas: a) diseño inadecuado, b) mala orientación y c) carencia de materiales térmicos.

De manera específica, del cuadro 1 se puede mencionar que 76% presenta pisos de tierra, 80% carece de excusados y drenaje y 65% no cuenta con energía eléctrica, además de que 71% presenta algún nivel de hacinamiento. En el cuadro 2, se percibe que de las 295 viviendas, 93.22% tiene cocina de humo, 12.20% cuenta con baños en el exterior; 71.18% carece de agua entubada y 88.47% cuenta con electricidad.<sup>1</sup>

En la figura 1 (fotografías 1 y 2) se observa que la mayoría de las viviendas carece de una orientación correcta y las

1. Los datos anteriores los podemos constatar con las fotografías tomadas en la investigación de campo. Con lo que se obtuvo información de las características de la vivienda, parte fundamental del proyecto de investigación "Asentamientos no controlados, la preservación del Parque Nacional Nevado de Toluca a través de la interacción socioeconómica" con clave de registro 26668/2008U.

ventanas no están colocadas adecuadamente. Es por ello que se tienen espacios que no aprovechan el calor del sol y por eso resultan viviendas frías.

La figura 2 (fotografías 3 y 4) evidencia que las viviendas de Raíces no utilizan materiales adecuados para enfrentar los cambios climáticos drásticos y bajas temperaturas. Gracias a las fotografías se constata que la madera es el principal material para la construcción de muros y fachadas; aunque es un material apropiado para la región, el calibre de media pulgada (aproximadamente un centímetro y medio), dicho espesor no es suficiente para propiciar un espacio térmico habitable en la zona. Las techumbres están cubiertas de láminas metálicas o de cartón, que tampoco mantienen las temperaturas apropiadas, además de la orientación inadecuada.

Se registra que la mayoría de las viviendas cuenta con techos de lámina, que acarrearán problemas de infiltración y humedad tanto en cubiertas como en muros (véase figura 3, fotografías 5 y 6).

La fotografía 7 (véase figura 4) exhibe los excusados deficientes y redes de servicios de drenajes nulas que ocasionan dos tipos de problemas: *a)* los problemas ambientales debido a que las aguas de desalojo de los excusados se infiltran en los mantos freáticos. *b)* los de salud; ya que las viviendas carecen de este servicio, las personas defecan al aire libre, situación que trae consigo enfermedades.

Con la evidencia recabada respecto de las características que muestran las viviendas se obtuvieron los siguientes indicadores de marginación:

- 42.04% de las viviendas cuenta con pisos de tierra
- 80% carece de excusados y drenaje
- 65% no tiene energía eléctrica
- 71% presenta algún nivel de hacinamiento

Adicionalmente, 98.40% de la población no concluyó la primaria, y 92% carece de bienes que le impide gozar una vida “práctica” (refrigerador, lavadora, computadora, etc.)

**Figura 2. Materiales inadecuados de construcción.**

Fotografía 3



Fotografía 4



**Figura 3. Techos de lámina.**

Fotografía 5



Fotografía 6



### 3. Nuevo sistema tecnológico para la construcción de un prototipo de vivienda de adobe y energías renovables

Con base en el análisis anterior, resulta oportuno justificar la construcción de un prototipo de vivienda de adobe con energías alternas, cuyo interés principal es aportar, desde la academia, una posible respuesta a su problema y al de comunidades vecinas.

El bajo costo de la vivienda de adobe con energías renovables se relaciona con los sistemas de ahorro en la construcción y las técnicas auxiliares para generar energías alternas a partir de los recursos naturales sin dañar el medioambiente.

#### 3. 1. Sistemas constructivos para la edificación del prototipo de la vivienda de adobe.

El desarrollo del prototipo de vivienda de adobe contempla:

- a) Un sistema de autoconstrucción.
- b) Un sistema de ahorro en la construcción de los muros de adobe por la mínima cantidad de desperdicio.
- c) En la construcción de los muros, un sistema de ahorro porque no requiere acabados (yesos y pintura).
- d) En la construcción del prototipo, un sistema de ahorro porque requiere un mantenimiento mínimo.
- e) Un sistema de ventilación natural y sistemas mixtos de calefacción.
- f) Un sistema mixto de calefacción (ductos de climatización debajo del piso).

g) En el rubro energético, el aprovechamiento queda establecido desde el diseño del proyecto arquitectónico sin descuidar aspectos como la orientación, la ventilación, el aislamiento térmico y acústico.

La vivienda de adobe está construida a escala real, sobre una superficie de 40 m<sup>2</sup> y se distribuye en tres microambientes. El primero consta de un espacio para la sala, el comedor y la cocina (24 m<sup>2</sup>); el segundo, localizado en la parte superior, está diseñado para una habitación, cuya característica principal destaca una doble altura (su superficie es de 12 m<sup>2</sup>), y en el tercero está previsto el baño (4 m<sup>2</sup>) (véase anexo 1).

### 4. Desarrollo de los planos, un sistema de autoconstrucción

La finalidad del prototipo de vivienda rural modular de adobe tecnificado es difundirlo en la gente para que pueda construir su vivienda con base en los planos (expuestos en el anexo 1).

El sistema de construcción no permite el desperdicio del material debido a que las piezas de adobe se acomodan de manera estratégica para evitar los acabados, es decir, aplanados o pintura, además requiere de un mínimo mantenimiento, ya que impide el desprendimiento del polvo y la absorción de humedad.

El sistema de ensamblaje de los muros se lleva a cabo cuando se mezcla un adhesivo de acua-roca con polvo de arcilla, colocado a hueso, que da como resultado una apariencia precisa (ver figura 5).

Para el techo, hay dos opciones: un sistema tradicional o un techo verde. El primero se construye con duela sobre vigas de madera de la región, y con una pendiente de 15%, mientras que el segundo es cubierto con una geomembrana, que recibe una capa de tierra fértil para sembrar pasto. El techo verde disminuirá los rayos solares y ayudará en los cambios bruscos de temperatura, además permitirá recolectar el agua pluvial para un re-uso.

Las puertas y ventanas son fabricadas con madera y proveen de iluminación a través de vidrios.

Respecto a las energías renovables, para este prototipo de vivienda de adobe se ha pensado en las siguientes estrategias:

Energías renovables:

- Uso de materiales térmicos y aislantes
- Colectores solares para calentar el agua.

Figura 4. Excusados y servicios de drenaje deficientes.

Fotografía 7



- Uso de paneles solares en el techo para generar electricidad
  - Turbinas de viento para generar electricidad adicional
- Ahorro de energías:
- Microsistema para tratamiento de aguas grises
  - Sanitarios ecológicos
  - Captación, almacenamiento y re-uso de aguas pluviales
  - Analizadores para el consumo de energía total de la vivienda

**Calefacción:**

- Sistema de refrigeración mixto.
- Elementos arquitectónicos insertos en muros o sistema de protectores
- Aislamiento térmico en pisos y paredes para minimizar la acumulación y pérdida de calor

En la esfera de las energías alternas, el aprovechamiento se ha establecido desde el diseño del proyecto arquitectónico teniendo cuidado en la orientación, la ventilación, aislamiento térmico y acústico.

**4. 1. Ventilación natural**

Una estrategia fundamental en la arquitectura bioclimática es valerse del viento para favorecer las corrientes naturales correspondientes a cada época del año. Por ello, el prototipo considera la ventilación cruzada controlable a través de ventanas factibles o elementos insertos en ventanas, muros y techos.

La vivienda en el interior cuenta con una o doble altura. La estrategia es ubicar ventanas superiores e inferiores que faciliten la ventilación natural, debido a que se producen cambios de presiones y temperaturas donde el aire caliente tiende a subir.

Estas estrategias se adaptan la mayor parte del año. Sin embargo, cuando las condiciones climáticas en la montaña son muy extremas (-0 °C o + 28 °C), la arquitectura

bioclimática recomienda utilizar sistemas mixtos de calefacción y enfriamiento. La estrategia central se transforma en proporcionar hermeticidad completa a la construcción, sólo intercambiando aire exterior a través de sistemas mecánicos de bajo consumo energético.

**4. 2. Sistemas mixtos de calefacción y ventilación**

El prototipo de adobe emplea un sistema mixto para la climatización, como las ventilaciones cruzadas paralelas y la doble altura, así como la inercia térmica de la tierra como un factor estabilizador de la temperatura. Gracias al aire o al agua como sistemas de enfriamiento y calefacción de la vivienda, surge como un moderno procedimiento de climatización que aprovecha la temperatura de la tierra.

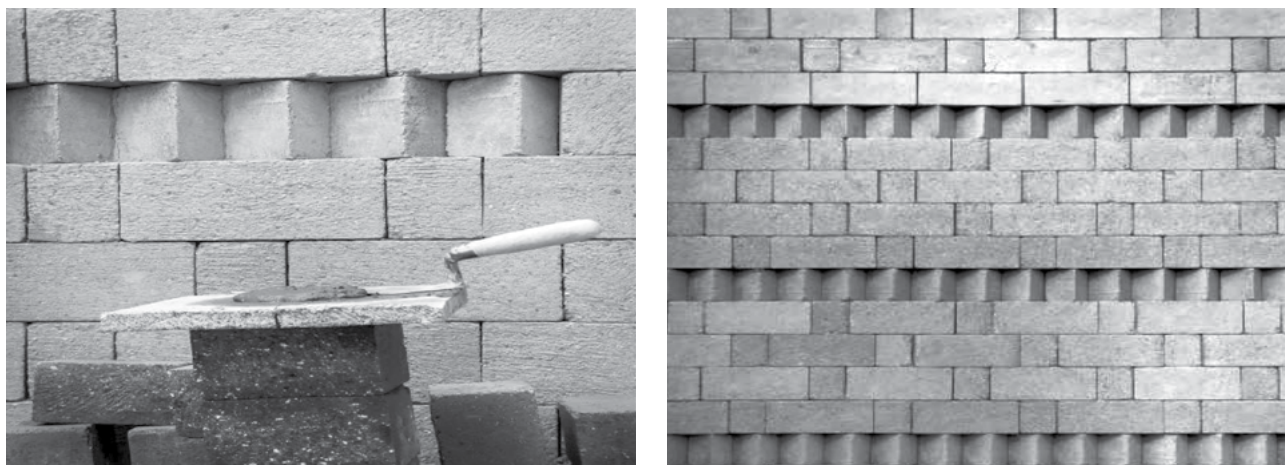
Es preciso planificar la forma de colocar los ductos de climatización que deben ir bajo la cota del terreno para obtener una temperatura constante de fluidos (aire o agua), que se reintegrarán a la vivienda a una temperatura adecuada (véase figura 6).

De esta forma, destaca el uso de todas las estrategias de arquitectura bioclimática, las cuales están respaldadas por resultados científicos que mejoran el diseño arquitectónico, aseguran una eficiencia energética y permiten un ahorro económico.

**4. 3. Elementos arquitectónicos insertos en muros o protectores solares**

Los protectores solares exteriores forman el método más efectivo para reducir las ganancias de calor a través de las aberturas y ventanas, que puede calcularse hasta en 80% en el caso de ventanas con vidrios simples. Los protectores solares deben adaptarse a la latitud del sitio, a la trayectoria y

**Figura 5.** Sistema de ahorro y sistema de ensamblaje de los muros.



Fuente: construcción de la casa ecológica, investigación 3244/ 2012 U.

ángulo solar a lo largo del año, así como a la orientación de las ventanas en cada fachada (véase figura 7).

No menos importantes son las instalaciones eléctricas y sanitarias: las primeras se hacen con celdas solares y focos ahorradores; para las segundas, el módulo básico considera

un baño con sistema de ahorro de agua, así como una tina anaeróbica para el tratamiento de aguas negras y jabonosas.

### Conclusiones

La pobreza y la marginación social comprenden aspectos latentes que se reflejan en las 295 viviendas ubicadas en la localidad de Raíces, que pertenece al polígono del Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca. Si bien es importante el cuidado riguroso del medioambiente, también resulta fundamental proveer mejores condiciones de vida para los habitantes. Por tal motivo, este prototipo de vivienda ecológica de tierra cuenta con un diseño adecuado para brindar confort a esa población. Dados los indicadores que reflejan alto índice de marginación, fue preciso un diseño que favoreciera un bajo costo; razón por la cual se ideó unir los sistemas de ahorro y las técnicas alternativas para obtener energías y el aprovechamiento inteligente de los recursos naturales.

Es importante señalar que la construcción a escala real de la vivienda permite visualizar directamente los procesos constructivos, pues constatamos los cálculos y beneficios que resultaron de la investigación teórica y de campo. Esperemos que en un tiempo no muy lejano, los responsables de políticas públicas locales se sumen a este proyecto sustentable.

### Prospectiva

En la actualidad, la sociedad está organizada de tal manera que sus estrategias de gestión se estructuran en dos grandes rubros. En primer lugar para lograr metas de tipo económico; en segundo, las de orden social involucran el manejo de los recursos naturales, pero en menor escala.

Por otra parte, la esencia del desarrollo sustentable, desde el punto de vista económico, implica que los recursos naturales deben explotarse para obtener el máximo del valor agregado. De acuerdo con las conclusiones del trabajo, en la esfera de la vivienda, destaca que en el futuro, la sociedad debe aspirar a estrategias sustentables.

Figura 6. Sistema mixto.



Fuente: construcción de la casa ecológica, investigación 3244/ 2012 U.

Figura 7. Elementos arquitectónicos insertos en muros o protectores.



Fuente: construcción de la casa ecológica, investigación 3244/ 2012 U.

Gobierno del Estado de México. (2012). *Habitar, urbanismo, vivienda, población territorio*, 9 (5). Secretaría de Desarrollo Urbano.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) (2010). *Decreto que declara parque*

*nacional el nevado de Toluca*. Disponible en [www.conanp.gob.mx/sig/decretos/parques/Nevadotoluca.pdf](http://www.conanp.gob.mx/sig/decretos/parques/Nevadotoluca.pdf)

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) (2010). *Índice de marginación a nivel localidad 2005*. Disponible en

[www.conanp.gob.mx/es/CONAPO/Indice\\_de\\_marginacion\\_a\\_nivel\\_localidad\\_2005](http://www.conanp.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_marginacion_a_nivel_localidad_2005).

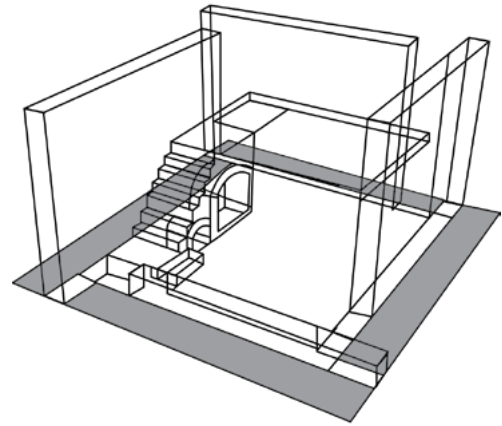
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Censo general de población y vivienda*. México.

**Anexo 1. Planos arquitectónicos de la vivienda de adobe.**

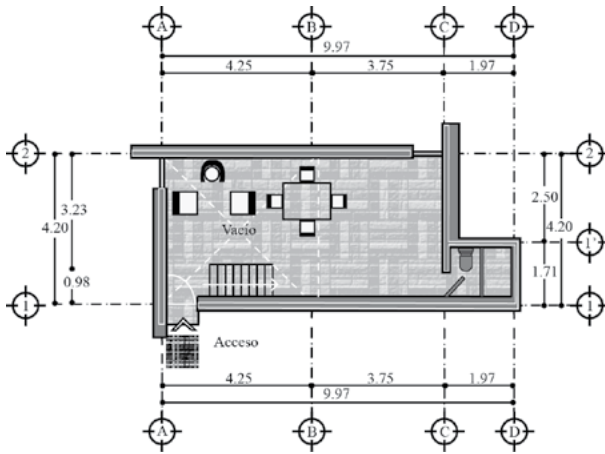
Fachada del prototipo de vivienda de adobe



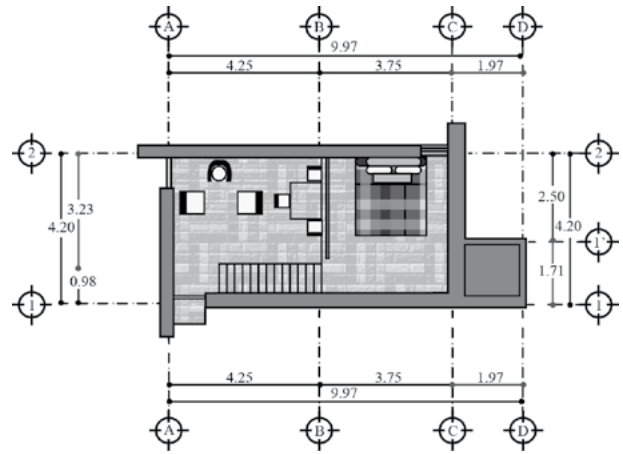
Superficie total: 40 m<sup>2</sup>



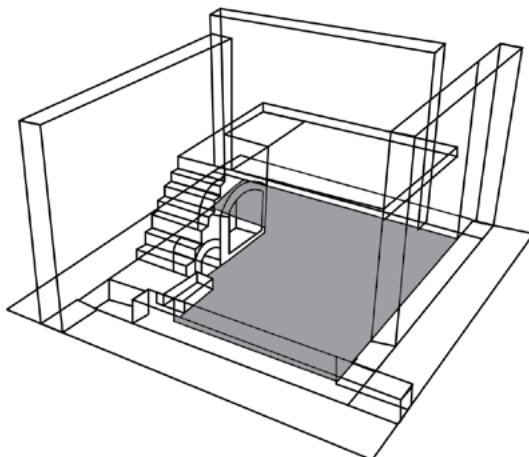
Planta arquitectónica baja



Planta arquitectónica alta



Primer microambiente. Superficie: 24 m<sup>2</sup>



Segundo microambiente. Superficie: 12 m<sup>2</sup>

