

# CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

## PERMANENCIA DEL PASADO Y TECNOLOGÍA ACTUAL

XV CIATTI 2018 COLOMBIA

CONGRESO INTERNACIONAL DE ARQUITECTURA DE TIERRA, TRADICIÓN E INNOVACIÓN

Coordinadores: J. L. Sáinz Guerra, F. Jové, J. A. Cárdenas



## CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

### PERMANENCIA DEL PASADO Y TECNOLOGÍA ACTUAL

ACTAS XV CIATTI 2018. COLOMBIA, CONGRESO INTERNACIONAL DE ARQUITECTURA DE TIERRA, TRADICIÓN E INNOVACIÓN.

Coordinadores: Félix Jové y José Luis Sáinz Guerra, Javier Alfonso Cárdenas Gutiérrez.



## **FICHA TÉCNICA DEL LIBRO**

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

PERMANENCIA DEL PASADO Y TECNOLOGÍA ACTUAL

### **Editor**

Cátedra Juan de Villanueva

Director: Félix Jové Sandoval

E.T.S. de Arquitectura de Valladolid

<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

### **Coordinación**

Javier Alfonso Cárdenas

Félix Jové

José Luis Sáinz Guerra

### **Diseño gráfico**

Alicia Sáinz Esteban

Mónica del Río Muñoz

### **Maquetación, tratamiento de imágenes**

Leticia Herbosa Gutiérrez

### **Impresión y encuadernación**

Mata Digital <[mata@matadigital.es](mailto:mata@matadigital.es)>

Los textos de este libro, así como la documentación gráfica y fotografías han sido facilitadas por el autor de cada artículo. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse o almacenarse total o parcialmente con ningún medio químico, eléctrico, fotocopia, etc., sin la debida autorización por parte de los autores.

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

ISBN: 978-84-09-25126-1

D.L.: VA 838-2020

Impreso en España

Noviembre de 2020

## ÍNDICE

ARQUITECTURA EN TIERRA  
TECNOLOGÍA SOSTENIBLE Y REUTILIZACIÓN PATRIMONIAL

<b>1. ESTUDIO DE LA TRADICIÓN</b>	<b>15</b>
ECOMATERIALES: “EL CAGAJÓN”, UNA TÉCNICA DE ACABADO SOSTENIBLE EN COLOMBIA M. I. Arango Pérez, M. L. Castro Jiménez, L. A. Contreras Sandoval.	17
ILUMINACIÓN NATURAL EN LAS EDIFICACIONES DE TAPIAL: EL CASO DE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO Martín Wieser	27
LA BARRACA COMO ORIGEN DE LA ARQUITECTURA TRADICIONAL DEL CABANYAL (VALENCIA) Rosa Pastor Villa	37
ARQUITECTURAS INDÍGENAS Y NEGRAS DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA: MESTIZAJES E IDENTIDAD CULTURAL Guillermo Gutiérrez Morales	45
LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUSTRACCIÓN. TÉCNICA Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS BODEGAS TRADICIONALES EXCAVADAS. Félix Jové, David Sánche Miguel, Jorge Pérez Domínguez	53

<b>2. RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN</b>	<b>61</b>
RECUBRIMIENTOS DE TIERRA ESTABILIZADA Y SU COMPORTAMIENTO ANTE EFECTOS DEL AGUA Esmeralda Avila Boyas, Luis Fernando Guerrero Baca, Blas Antonio Tempale Gamboa	63
RESTAURACIÓN INTEGRAL QUINTA TERESA CÚCUTA COLOMBIA, INTEGRACIÓN TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DE ORIGEN MULTICULTURAL EN EL SIGLO XIX María Teresa Vela	77
APRENDER DE LA ARQUITECTURA POPULAR. LA ARQUITECTURA POPULAR COMO FORMA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. José Luis Sainz Guerra, Alicia Sainz Esteban, Rosario del Caz Enjuto	89
<b>3. NUEVA CONSTRUCCIÓN, TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INNOVACIÓN</b>	<b>103</b>
REIVINDICACIÓN DE LA TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN. “ARRAIGO Y SOSTENIBILIDAD PARA UN PATRIMONIO FUTURO” Ana María Yepes González, Carlos Mauricio Bedoya Montoya	105
ANÁLISIS DE LOS VALORES DE INCIDENCIA SOLAR EN SUPERFICIES CONFIGURADAS CON PRODUCTO ARQUITECTÓNICO CERÁMICO Andrea Paola Colmenares Uribe, Jorge Sanchez Molina, Carmen Xiomara Díaz Fuentes	117
LA TIERRA COMO MATERIAL DE ACABADO: UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE Karla Juliana López Jaramillo, Carlos Mauricio Bedoya Montoya	127
PROCESO DE EXPLORACIÓN Y ANÁLISIS DE RECURSOS CERÁMICOS TRADICIONALES DE LA INDUSTRIA NORTESANTANDEREANA PARA LA CONFIGURACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE MAMPOSTERÍA EFICIENTES M. S. Narváez Ortega, J. Sánchez Molina, C. X. Díaz Fuentes	139
MUCILAGO DEL CACTUS SAN PEDRO COMO ADITIVO EN EL ENLUCIDO María Teresa Méndez Landa, Darío Huashuayo Tito, Luisa Fernanda Cárdenas More	145

<b>PANELES CONGRESO CIATTI 2018</b>	149
DESARROLLO EXPERIMENTAL DE MEZCLAS PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS DE SUELO CEMENTO Y RESIDUOS AGROINDUSTRIALES: UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. C.X. Díaz Fuentes, J.A. Navarro Camargo, M.A. Niño Ramírez, L.K Hernández Díaz, A. López Aparicio	151
RECUBRIMIENTOS DE TIERRA ESTABILIZADA Y SU COMPORTAMIENTO ANTE EFECTOS DEL AGUA. Esmeralda Avila Boyas, Luis Fernando Guerrero Baca, Blas Antonio Tepale Gamboa	153
SISTEMAS PREFABRICADOS DE BAHARAQUE Y CUBIERTA EN LA TÉCNICA DE ADOBITOS REPOSTADOS MEXICANOS COMO ALTERNATIVA CONSTRUCTIVA PARA PELAYA - CESAR Innias Miguel Cadenas, Astrid Matilde Portillo Rodríguez.	155
MUCÍLAGO DEL CACTÚS SAN PEDRO COMO ADITIVO EN EL ENLUCIDO María Teresa Méndez Landa, Darío Huashuayo Tito, Luisa Fernanda Cardenas More.	157
FACHADA VENTILADA DE ARCILLA COCIDA. CRITERIOS DE DISEÑO SOSTENIBLE. C.X. Díaz Fuentes, J.A. Navarro Camargo, M.A. Niño Ramírez, A. Marcela Hernández, A. Yasmin Ortega	159
ALIANZA ENTRE LA EMPRESA ARCILLERA TEJAR DE PESCADERO Y LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER EN LA CIUDAD DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER. María Esperanza Ramírez Muñoz, Juan José Quintero Quintero, Bierman Suárez Martínez.	161
INCIDENCIA DE LA TIERRA EN EL DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA DE LA CIUDAD DE CÚCUTA Erly Mayely Contreras, Daniela Rivera Durán, Astrid Portillo Rodríguez	163
<b>ANEXO CONGRESO CIUDAD DE CÚCUTA, COLOMBIA 2018</b>	165

## APRENDER DE LA ARQUITECTURA POPULAR. LA ARQUITECTURA POPULAR COMO FORMA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.

XV CIATTI 2018. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación. Cúcuta (Colombia).

*José Luis Sainz Guerra  
Alicia Sainz Esteban  
Rosario del Caz Enjuto*

*Universidad de Valladolid*

*PALABRAS CLAVE: arquitectura bioclimática, arquitectura sostenible, arquitectura tradicional*

### 1. Introducción

La arquitectura y el urbanismo se encuentran en un proceso de reconsideración de sus postulados y buscan una fórmula que permita reducir el consumo energético y adaptarse a las nuevas circunstancias que impone el calentamiento global. La arquitectura tradicional, que fue arrumbada por la arquitectura moderna en el cuarto de los trastos viejos, empieza a verse ahora desde otra perspectiva, y especialmente en lo relativo a su enorme valor como contenedor de valiosas ideas y experiencias; como un libro abierto lleno de ejemplos en los cuales el género humano se adaptó al entorno

para poder sobrevivir sin destruir el medioambiente. De este modo, la arquitectura tradicional se ha de ver como un recurso que puede ayudarnos a comprender los principios del proyecto y mejorar la construcción sostenible en nuestro futuro. Para poner de manifiesto qué es lo que podemos aprender de la arquitectura tradicional, vamos a analizar algunos ejemplos en los cuales estudiaremos el bajo consumo de energía en su construcción, ya que estos se construyen con materiales procedentes del entorno, sin costes de transporte; utilizan fuentes de energía locales próxi-

mas al lugar de la construcción; se utilizan en la inmensa mayoría de los casos energías renovables, tanto para su construcción, como para su calentamiento y su ventilación; por último adoptan prácticas constructivas que fomentan la reutilización de materiales que provienen de residuos de la agricultura o de la propia construcción, así como el respeto por la naturaleza.

## 2. La arquitectura tradicional como modelo de arquitectura bioclimática.

La arquitectura tradicional es principalmente un patrimonio cultural, es cultura, es conocimiento, que se ha ido acumulando a lo largo del tiempo, conocimiento que se materializó en los edificios. Al mismo tiempo es historia, es un documento histórico, que nos ayuda a comprender el pasado de un territorio, que narra como era la vida de una población hace varios siglos, sus condiciones materiales y su actividad productiva, así como nos informa parcialmente de su vida social y familiar. Pero es también presente, en la actualidad esa arquitectura es riqueza, es utilidad, son edificios construidos, muchos de ellos pueden ser usados y frecuentemente son usados como residencia, almacén, etc.

Pero el objeto de este texto es poner de manifiesto que esa arquitectura tradicional es un modelo para la moderna arquitectura bioclimática. La arquitectura bioclimática es aquella resultado de diseños que tienen en cuenta las condiciones climáticas y los recursos que la naturaleza ofrece en un territorio. A causa de las condiciones económicas y tecnológicas de la sociedad preindustrial en comparación con la industrial, la arquitectura tradicional ofrece numerosas soluciones, que son un ejemplo de adaptación al medio y que pueden ser tomadas como guía en la actualidad para la nueva arquitectura. El objetivo es mostrar los diferentes tipos de soluciones (compositivas, constructivas, etc.) de la arquitectura tradicional y analizar su eficiencia bioclimática.

La sociedad tradicional, con una capacidad energética muy inferior a la actual, puso en práctica respuestas arquitectónicas adaptadas a la naturaleza y al clima. Así fue durante la mayor parte de la historia del género humano, pero durante un breve periodo de tiempo la humanidad alimentó la fantasía de que la energía era ilimitada y la arquitectura del cristal y el hormigón de los años 50 y 60

muestran a la perfección la insensatez del derroche. Cuando la energía sin límites se ha terminado y su consumo se muestra como peligroso para el planeta, las fórmulas de la arquitectura tradicional pueden ser un campo de inspiración y de ejemplo para la arquitectura del futuro.

## 3. Los mecanismos de arquitectura bioclimática que se pueden identificar en la arquitectura tradicional.

La arquitectura tradicional surge de la evolución y adaptación de una sociedad a los condicionantes sociales, económicos y naturales. Es el resultado de la experiencia de una sociedad que produce edificios y junto a ellos crea conocimiento, tecnología y diseños colectivos que se transmiten de diversas maneras de una generación a otra. Este saber se fundamenta en el sistema de prueba-error que permite satisfacer demandas sociales de cobijo adaptándose a los condicionantes naturales, mejorando las respuestas paulatinamente. Tales diseños son esencialmente sostenibles, utilizando los recursos que ofrece el entorno natural y la capacidad tecnológica de usarlos por una sociedad. De modo que la arquitectura tradicional es un concepto que abarca diferentes formas en los diferentes climas y zonas naturales y en las distintas épocas. La arquitectura tradicional es un libro abierto, una acumulación de saberes, de conocimientos, aplicables en función de las condiciones naturales e históricas del lugar donde se produjeron, que siguen siendo útiles en la actualidad<sup>1</sup>.

Hemos identificado los siguientes mecanismos (o modos de proceder, o conductas) de la arquitectura tradicional que pueden ser aplicables en la actual arquitectura y responder adecuadamente a los desafíos a los que se enfrenta nuestra generación:

### *La adaptación al entorno*

- Uso de materiales que son abundantes y accesibles
- Reciclado y ciclo de vida

### *Funcionamiento térmico*

- Aislamiento térmico
- Inercia térmica

- Climatización geotérmica
- Protección y orientación

#### *Utilización de las energías renovables*

- Sistemas mecánicos de captación de energía
  - Molinos de agua
  - Molinos de viento

#### **4. Adaptación al entorno.**

La arquitectura tradicional utilizaba materiales sostenibles, abundantes, reciclables, utilizables sin (o casi sin) transformación y sin costes de transporte o con costes muy bajos de transporte. En la mayoría de los casos la extraordinaria sencillez de su tecnología lo hacía utilizable por la inmensa mayoría de los pobladores. Como regla general el material utilizado por la arquitectura tradicional tiene algunas de las siguientes características:

- 1) Se encuentra de forma abundante en un área muy próxima a la zona de la construcción y los costes de transporte son mínimos o nulos.
- 2) Es un material que no tiene uso y su extracción es sencilla.
- 3) Representa un excedente o un producto sobrante de labores agrícolas o productivas.

#### *Uso de materiales que son abundantes y accesibles.*

La arquitectura tradicional siempre emplea materiales de construcción de procedencia local; es una regla universal que la inmensa mayoría de los componentes de los edificios tradicionales provienen del entorno inmediato. Los altos costes del transporte en la sociedad tradicional permitían únicamente el transporte de una selección de materiales, como la madera y algún tipo de piedra de especial calidad y en pequeñas cantidades. Por el contrario, la arquitectura culta utilizaba materiales que requerían su transporte desde zonas lejanas, lo que se producía en la arquitectura de la iglesia o la nobleza; es decir, en una arquitectura con un fuerte contenido simbólico y de representación, cuyos dueños contaban con mayores recursos económicos. Estos edificios te-

nían efectivamente una función de representación social, que reposaba en determinados materiales de carácter excepcional, como la piedra tallada y, en consecuencia, el coste de la edificación culta superaba con creces las limitaciones de la arquitectura tradicional<sup>2</sup>. Esa es la razón fundamental que justifica que la arquitectura tradicional se caracteriza por unos materiales diferentes en cada zona, que varían de forma sustancial si nos desplazamos unos pocos kilómetros. Por ejemplo, en la zona de Castilla la arquitectura tradicional de la zona centro está caracterizada por la tierra en sus diferentes presentaciones: adobe, tapial, trullados, etc. La madera, en esta zona central, tiene una presencia limitada a las estructuras horizontales (forjados y estructura de cubierta) y las carpinterías de ventanas y puertas, a causa de la falta de madera de calidad en esa zona. En las zonas montañosas el barro es sustituido por la piedra, ya que allí esta es mucho más abundante. La madera en la montaña es también de mejor calidad y tiene más presencia en la edificación, llegando a formar parte de la fachada. Inclusive, en la montaña en las zonas más altas el origen de la piedra se encuentra en las canteras de la zona, mientras que en los valles la piedra procede de los cantos rodados de los ríos, es decir, un material que no tiene propietario y puede ser utilizado sin reservas<sup>3</sup>.

Estas reglas de uso de los materiales tienen muchas singularidades. Este es el caso de los chozos de pastor, muchos de ellos construidos en piedra, que ha sido estudiado por numerosos autores en la zona central castellana. Se trata de edificaciones muy sencillas de protección para el cobijo de los pastores de ovejas, realizadas formando una falsa bóveda con piedras mampuestas, sin argamasa. La forma de la bóveda proporciona una gran estabilidad y al mismo tiempo permite la salida del humo sin necesidad de chimenea. Se utilizaba como estancia, para dormir, cocinar, hacer fuego y en general para cobijarse de las inclemencias del tiempo. A pesar de su falta de uso desde hace más de 70 años por la decadencia de la trashumancia, todavía quedan en pie numerosos ejemplares. El chozo es una edificación muy primitiva, que utiliza materiales que se encuentran en gran abundancia en el entorno, que utiliza de forma sencilla una técnica muy antigua y de gran eficacia, la bóveda, ensayada en todo el Mediterráneo desde la Antigüedad<sup>4</sup>.



Fig. 1. Aprisco con cubierta vegetal (centeno) en la carretera de Barahona a Alpanseque, 200 metros antes de llegar a este último, en la provincia de Soria. Fuente: Ángel Coronado, BIPE.

En algunas circunstancias podemos observar un comportamiento característico de la arquitectura tradicional, la distinción entre algunas partes especializadas de la edificación, como la cubierta o la portada, que se confiaba a especialistas, y el resto, que era realizado por mano de obra no especializada, normalmente los miembros de la familia o la misma mano de obra que se utilizaba para las labores del campo. De manera que, en el caso de los muros de piedra, por ejemplo, la conducta habitual era la realización de algunas partes como fachadas, esquinas y puertas, con el asesoramiento del que ya tenía alguna experiencia (muchas veces la participación de un profesional), mientras que el resto del muro se realizaba por mano de obra no especializada.

Cada material impone sus propias leyes. El uso de paja y otros elementos vegetales, aunque en la actualidad sea inexistente, fue muy frecuente en el pasado, por ser un material abundante. Un ejemplo del uso de la paja son los tejados vegetales del sur de la provincia de Soria. Se utilizaba preferentemente paja de centeno o trigo. Los tejados vegetales los vemos todavía para la guarda del ganado, en tipologías edificatorias de carácter auxiliar, donde se han mantenido las formas edificatorias más antiguas y el uso de los materiales más primitivo. La austeridad de estas edificaciones se basa en la utilización inteligente y eficiente de los materiales que están más a mano, que la naturaleza ofrece de forma más abundante y generosa. Sencillez, moderación, parquedad, frugalidad, ausencia de

elementos innecesarios, si bien no de forma absoluta, siendo frecuente el uso de formas arquitectónicas que tienen un papel de representación<sup>5</sup>.

El uso que la arquitectura tradicional hace de los materiales autóctonos permite que, con el paso del tiempo, adquieran un significado cultural más allá de su función práctica, llegando finalmente a caracterizar el territorio, identificando al grupo social con la arquitectura tradicional y adjetivando a la población.

## 5. Reciclado.

Los materiales que se usan en los edificios provienen en muchos casos de antiguas edificaciones que han dejado de tener uso. Se puede citar la reutilización de los materiales de las murallas, especialmente útil es la piedra para la construcción de los muros de las viviendas y otros edificios. El ejemplo de las piedras de las murallas reutilizadas en viviendas u otras edificaciones lo podemos ver en numerosos ejemplos. En primer lugar, hay que destacar que la utilización de la muralla se realizaba utilizándola como muro de la fachada principal del nuevo edificio. El ejemplo de Miranda del Castañar, Salamanca, pone de manifiesto el efecto de reciclado de la muralla por la arquitectura tradicional, una vez que la muralla dejó de tener valor defensivo. Efectivamente, en Miranda del Castañar<sup>6</sup> podemos ver como muchas casas construidas en la Edad Media junto a la muralla, fueron paulatinamente apropiándose del espacio delante de la muralla, que quedó finalmente privatizado. Lo que inicialmente había sido una calle de ronda, paralela a la muralla, que posibilitaba la circulación de la ronda de vigilancia de la muralla, pasó a ser calle soportada, a causa de la construcción de una habitación pasante sobre la calle. En la actualidad la mayoría de las parcelas que dan a las calles de ronda de Miranda fueron ocupadas, cerrando la calle y apropiándose de todo el espacio. El último paso es la apropiación que se produce con el mismo muro, que es privatizado, transformado, para adaptarlo a la nueva fachada, con la apertura de nuevos huecos y la reducción de su anchura, para adaptarla a la fachada de una vivienda. Un caso extremo de reciclaje, que linda con el expolio, es la apropiación de los materiales de edificaciones que permanecen sin uso durante un largo tiempo, estamos hablando del reciclaje de los materiales de los monasterios desamortizados, que de forma



Fig. 2. Edificio residencial en ruinas en San Martín de Valderaduey, Zamora, donde se aprecia el espesor de los muros de tierra y la formación de la cubierta. Fuente: José Luis Sainz Guerra.



Fig. 3. Palloza en Balouta, municipio de Candín, los Ancares, vertiente norte, León. Fuente: Fernando Linares García, BIPE.

constante fueron reutilizados para la construcción de las viviendas y otros edificios de los pueblos de los alrededores. En esos casos se entiende el edificio en desuso como una cantera y se extraen sus materiales en función de la distancia, el coste de la extracción, las condiciones de seguridad<sup>7</sup>.

## 6. Funcionamiento térmico y ahorro de energía.

La mayor parte de la energía necesaria para calentar o ventilar los edificios de arquitectura popular proviene de energías renovables que se producen gracias a fuentes locales. Pero al mismo tiempo, el alto grado de aislamiento térmico de estos edificios es lo que da lugar a su buen comportamiento térmico.

### *Aislamiento e inercia térmica*

La arquitectura tradicional se caracteriza por anchos muros que dan lugar a un excelente comportamiento frente al calor y al frío. Efectivamente, las casas tradicionales se caracterizan por ser calientes en invierno y frescas en verano. Esta característica está en relación con la función de aislante que tienen los muros y su inercia térmica. Por otro lado está el diseño de la cubierta y sus materiales. En relación al diseño es destacable la presencia de sobrados y desvanes, que actúan como elementos aislantes. Otra fórmula es utilizar materiales de cubierta, especialmente la de paja, con cualidades aislantes. Por ejemplo, el funcionamiento energético de la palloza leonesa

en los Ancares, después de un análisis de su comportamiento térmico, aunque no “cumple los estándares de confort ni las exigencias normativas de ahorro y eficiencia energética actuales” se considera que “determinadas características y estrategias pasivas de su diseño (como la configuración, la compactidad o el empleo de paja en cubierta) pueden ser reinterpretadas para el cumplimiento de nuevas exigencias de ahorro y eficiencia energética en viviendas”, ofreciendo a los profesionales criterios para diseñar y construir viviendas utilizando materiales sostenibles, de ámbito local y de bajo coste ambiental<sup>8</sup>. La palloza de los Ancares, construida con muros de piedra y tejado de paja, es una construcción eficiente, levantada con los sistemas de la arquitectura tradicional, y diseñada a partir de un proceso de prueba - error, la cual ofrece buenos resultados a los análisis térmicos actuales.

### *Reutilización de la energía térmica sobrante de los animales*

Un mecanismo de singular importancia en la calefacción de las viviendas tradicionales era aprovechar el calor del ganado por medio de diseños de vivienda y cuadra dispuestos conjuntamente. La colocación del ganado en una zona que permita calefactar la vivienda con el calor de los animales es también una de las formas más habituales de utilizar el calor sobrante. En muchos casos los animales se concentraban en la zona inferior, en planta baja, y las habitaciones de la vivienda se ubican sobre la cuadra, de modo que se

podía vigilar al ganado y al mismo tiempo se disfrutaba de su calor en los largos inviernos. Encontramos esta disposición en numerosas regiones, Cantabria<sup>9</sup>, Soria<sup>10</sup>. Podemos utilizar este mecanismo de aprovechar el calor de los animales transfiriéndolo al tiempo actual al diseño de los aparcamientos de los automóviles. Tenemos en nuestras viviendas actuales aparcamientos subterráneos en sótanos y semisótanos en los que se aparcan los coches. Como los vehículos llegan con los motores calientes y se dejan enfriar en los garajes, la temperatura de éstos es más elevada, lo que da lugar a diseños en los que el factor constante es la presencia de ventanas y huecos de ventilación permanente con el objeto de disipar el calor. Ese calor de los motores en nuestra arquitectura se pierde. Y es bastante calor el que se despilfarra. Un coche posee un motor que alcanza una temperatura de funcionamiento de 90°C. Es decir, el bloque del motor, que tiene una masa de entre 100 y 250 Kg. a esa temperatura supone una energía considerable. Ese calor podría ser recuperado para el agua sanitaria y la calefacción y supondría un ahorro en la factura anual doméstica.

#### *El tamaño y la orientación de los huecos*

Los huecos de las edificaciones en la arquitectura tradicional están respondiendo, desde un punto de vista energético a la necesidad del aislamiento. Los huecos más grandes son aquellos destinados a la entrada de animales y carros, por un lado y al almacenamiento de productos agrícolas, como portones y un largo etcétera de huecos. También son de gran tamaño los destinados a la introducción de paja, heno, y otros productos agrícolas, como los bocarones. La ventana con el uso de iluminación es inexistente. Las ventanas son muy pequeñas y su función es ver el exterior, más que la iluminación o la ventilación. Hay que pensar que la iluminación en una vivienda de un agricultor o un ganadero era necesaria principalmente por la noche, ya que la vida durante el día se realizaba en el exterior, en los campos o bien en la misma puerta de la casa. Durante la noche la ventana no era útil, salvo para la ventilación, lo que se conseguía con huecos extraordinariamente pequeños.

La fabricación del vidrio a precios asequibles posibilitó la realización de los miradores en la segunda mitad del siglo XIX como fórmulas para generar un efecto invernadero, y aprovechar la radiación solar para calefactar las vi-

viendas. Podemos ver ejemplos de fachadas a las que se añaden miradores acristalados, especialmente a finales del siglo XIX y principios del XX, en viviendas que originalmente no los tenían.

#### *La orientación del edificio*

En todas las regiones la climatología es esencial y la orientación es clave. Cabe citar como ejemplo la casa cántabra, que se orienta al sur con el objeto de obtener los rayos solares para el secado de la paja, el maíz y el heno. La casa montañesa está íntimamente ligada al cuidado del ganado vacuno, y está especialmente diseñada en lo relativo al secado, guarda y conservación del forraje para el ganado. La recogida de heno en primavera y verano permite el secado y almacenamiento encima de la cuadra. Durante los meses de escasez de forraje, el ganadero utiliza el heno seco que guarda encima de la cuadra de las vacas. De manera que la casa montañesa se orienta al sur y en esa zona la casa se transforma para recoger mejor los rayos del sol<sup>11</sup>. Todas las casas de la zona rural de Cantabria destinadas a la explotación ganadera se orientan al sur. Además, en el lado sur se construyen varios aditamentos edificatorios, todos ellos destinados a captar mejor la energía solar y utilizarla con diversos propósitos. En primer lugar, el portal, que permite mantener los diferentes materiales al resguardo de la lluvia. Es en este espacio, el portal, soleado y a cubierto de la lluvia y los vientos donde se produce un microclima que permite la mayoría de las acciones de procesado de los materiales, y es al mismo tiempo lugar de trabajo y reunión<sup>12</sup>. Junto al portal se encuentran otros elementos, como la solana y la pajareta, igualmente para secado y utilización de la energía solar. Estamos ante un mecanismo edificatorio extraordinariamente complejo, que ha sido estudiado en sus diferentes versiones por Eduardo Ruiz de la Riva<sup>13</sup>. En el caso de Cantabria podemos ver como la totalidad de las casas de una población se encuentran orientadas al sur, con el objeto de aprovechar la más importante fuente de calor: la radiación solar. Además, se acompaña a esta orientación la construcción de soportales a los cuales se abre. En el ejemplo de Cos, en Cantabria, se pone en evidencia que las manzanas están formadas casi de forma exclusiva por paquetes de viviendas orientadas al sur/sureste.

En otras climatologías más secas, como la

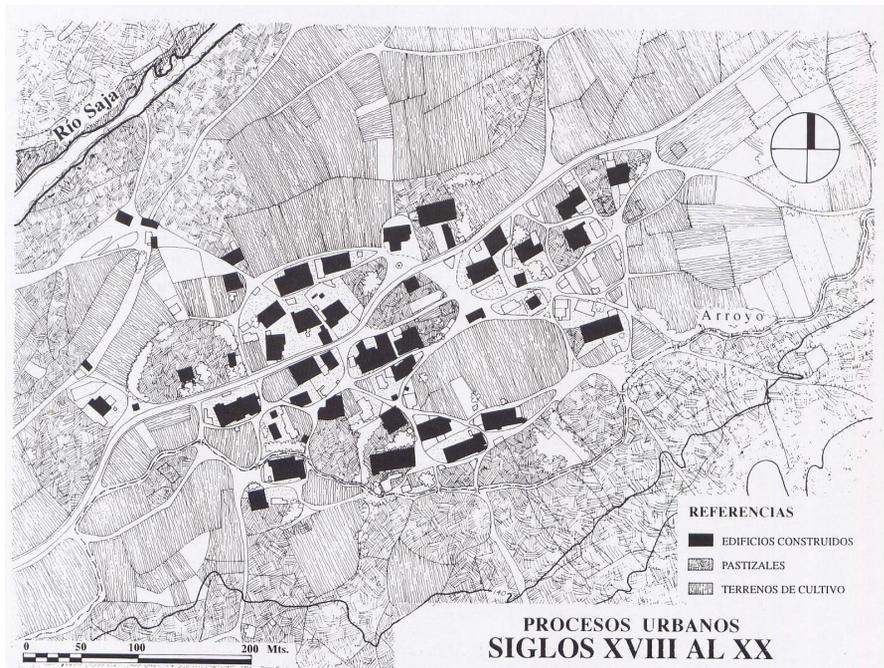


Fig. 4. Plano de la aldea de Cos en Cantabria, con la mayoría de sus edificaciones orientadas al sureste. Fuente: Babini, A. y otros. Cos. Pág. 55.

de Castilla, los grandes espacios bajo la cubierta eran utilizados para la guarda y secado de materiales agrícolas en los llamados sobrados<sup>14</sup>. La conducta de la arquitectura tradicional en relación a la orientación es muy evidente y varía según las zonas. En todos los casos sus características están dictadas por la adaptación al clima<sup>15</sup>. La costumbre de plantar una parra en las áreas de estancia y trabajo a la puerta de las casas castellanas se justifica por la necesidad de sombra en las áreas orientadas al sur, además del beneficio de su fruto.

Otro mecanismo para aprovechar los rayos solares es el de los soportales urbanos con orientación sur. En muchos pueblos de Castilla es posible observar la construcción de zonas resguardadas de los vientos y abiertas preferentemente al sur, para obtener el mayor soleamiento. Frecuentemente estos espacios se formalizan como soportales, lo que permite la creación de un microclima particularmente agradable a las horas centrales de los días de invierno. Dichos soportales eran los lugares de reunión y de comercio en esas poblaciones. Podemos ver un ejemplo extraordinario en la Plaza Mayor de Cuenca de Campos,

donde hay un conjunto notable de casas con soportales orientadas al sur<sup>16</sup>.

#### *Los mecanismos para mantener una temperatura estable en las bodegas*

Las bodegas tradicionales excavadas en la tierra son un ejemplo extraordinario de aprovechamiento de las condiciones del entorno para uso productivo. La finalidad de las bodegas es la producción y maduración o envejecimiento del vino. Para ello se aprovecha la circunstancia de la estabilidad de la temperatura en el subsuelo. Efectivamente, a pocos metros de la entrada de la bodega, en el interior de esta, la temperatura del aire se mantiene estable, al no estar sometida a las variaciones provocadas por la radiación solar y a las demás acciones del tiempo atmosférico. La temperatura se mantiene estable frente a las variaciones térmicas del exterior, "con un promedio anual del intervalo diario comprendido entre 0,1°C y 0,6°C, lo que supone entre 1% y 6% de las variaciones exteriores"<sup>17</sup>. La construcción de bodegas en el subsuelo se realizó con este propósito, mantener el vino a una temperatura constante, evitando alcanzar las bajas temperaturas de invierno, así como

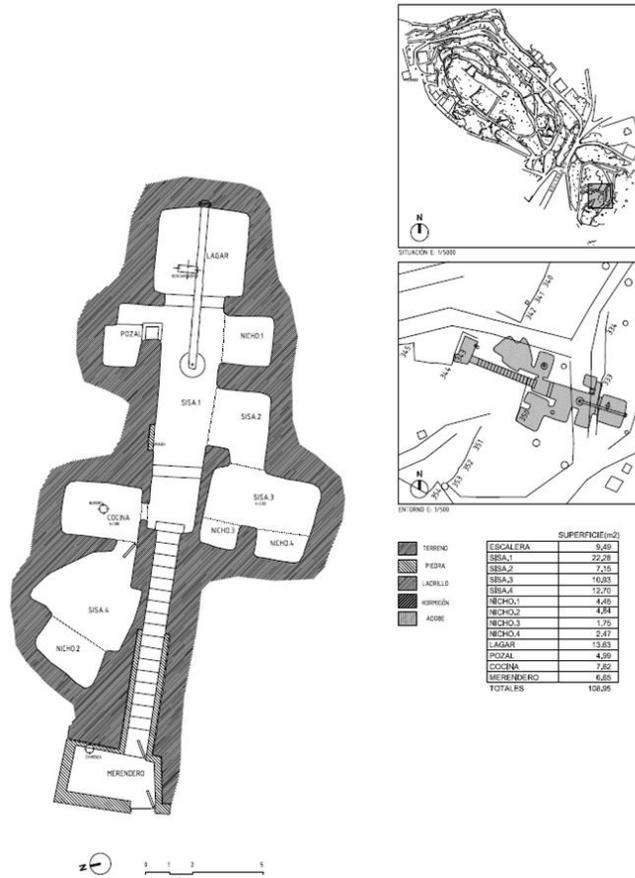


Fig. 5. Bodega nº 343 del conjunto de bodegas de Baltanás. Fuente: Plan Especial de Bodegas del Núcleo de Baltanás, Palencia.

las altas de verano. Además, a las bodegas se les añadió un sistema de ventilación, por medio de chimeneas al exterior y puertas agujereadas; de manera que, por medio de un mecanismo muy sencillo, se producía una circulación de aire constante en función de las diferencias de temperatura exterior-interior, de salida del aire caliente en invierno y mantenimiento del aire frío en verano. Por otro lado, esta ventilación estaba justificada por la producción de CO2 durante la fermentación del vino, ventilación necesaria para evitar el efecto de la asfixia por ausencia de oxígeno. La bodega de vino pone en función mecanismos que permiten ahorrar grandes cantidades de energía para refrigerar o para calefactar los locales. Esa fórmula, tan sencilla, se sigue utilizando en algunas de las modernas bodegas industriales, las cuales han optado por semienterrar sus edificaciones<sup>18</sup>, buscando la estabilidad térmica del subsuelo y los consiguientes ahorros energéticos. Otro ejemplo singular que aprovecha la temperatura esta-

ble del subsuelo es el pozo de nieve. Existían en numerosos lugares estas instalaciones destinadas a recolectar y guardar la nieve del invierno para venderla como hielo en verano. El ejemplar que se conserva en Nava del Rey, en la provincia de Valladolid, pone de manifiesto el uso inteligente y sostenible de esta instalación y el conocimiento de la estabilidad térmica del terreno<sup>19</sup>.

**7. Utilización de las energías renovables**

*Edificios que albergan sistemas mecánicos para captar las energías renovables*

Los molinos nos enseñan que ha habido una evolución tecnológica permanente a lo largo de la historia, lo que nos hace pensar que la noción de arquitectura tradicional es un cajón donde hay muchas cosas muy diferentes. Hay que recordar que ya había molinos en España desde la época romana. Desde entonces la evolución tecnológica ha sido muy importante,



Fig. 6. Pozo de Nieve en Nava del Rey, Valladolid. Fuente: Carlos Carricajo Carabajo. BIPE.



Fig. 7. Molino hidráulico en Badila, municipio de Fariza, Zamora. Fuente: Natalia Moreno Herrera, BIPE.

siendo notable su evolución si comparamos, por ejemplo, los molinos medievales con los del siglo XVIII<sup>20</sup>. La evolución de la maquinaria y la aparición de nuevos sistemas mecánicos cada vez más complejos para obtener la energía de las corrientes de agua o del viento dio lugar a la evolución de los edificios que les albergaban y la ampliación de las infraestructuras hidráulicas para recoger el agua. Proceso que culmina con la máquina de vapor y los motores de explosión, que conviven un tiempo con los molinos tradicionales. Lo cierto es que la mayor parte han sido barridos a partir de la presencia de los motores de combustión, a principios del siglo XX. Pero existían numerosos ingenios mecánicos, como los batanes, los molinos hidráulicos y de viento, tan abundantes en nuestra región, cuyas huellas quedan todavía en el territorio. En la actualidad la mayoría de los edificios tradicionales destinados a la obtención de energía a partir del agua o el viento por medio de sistemas mecánicos de la arquitectura tradicional están en ruina o desaparecieron hace mucho tiempo.

La energía de las corrientes de agua o de la fuerza del viento se utilizó para moler el grano, pero también se molía la aceituna o la linaza; se utilizó para acuñar moneda<sup>21</sup>, para golpear los paños de lana en los batanes o para la metalurgia en las fraguas con los llamados martinetes<sup>22</sup>. Fig. 7.

Es necesario reflexionar sobre la continuidad de estas instalaciones para extraer energía del agua y el viento. En el presente esa conti-

nuidad la vemos materializada en la presencia de las minicentrales hidráulicas, en las zonas donde antes estuvieron las aceñas tradicionales y los molinos de viento modernos, los que ahora llamamos aerogeneradores. Estas nuevas instalaciones ponen de manifiesto la vigencia de esas fuentes de energía renovables y la transformación de su impacto en el paisaje a través del aumento del tamaño y la forma distinta de utilizar el territorio en función de una tecnología diferente, mucho más sofisticada y eficiente. A pesar de las diferencias, podemos ver, a veces, la cercanía y su relación con las versiones tradicionales que las precedieron.

## 8. Los oficios locales.

Como resultado de la utilización de los materiales de construcción disponibles en el entorno inmediato y de las condiciones sociales, productivas y medioambientales, surgieron los distintos sistemas constructivos. Y, de forma inseparable, con ellos florecieron los oficios conectados con la construcción, equipados para obtener el mayor rendimiento posible de los recursos existentes (energía, agua y materiales). Estos oficios tenían sus propias técnicas y conocimientos, que se transmitían de generación en generación, de modo que, con el paso del tiempo, sus productos adquirieron no solo un valor material sino también cultural.

Las técnicas que se empleaban en la preparación de los materiales para la arquitectura tradicional, se realizaban a pie de obra, rara

vez incluían un paso intermedio por un taller exterior. Por el contrario, los materiales eran tratados y transformados de forma muy leve en la obra, por medio de procesos transformadores muy sencillos, que se aplicaban in situ; es decir, por regla general no había oficios asentados o fijos en un lugar. La vivienda era esencialmente el lugar donde se guardaban las herramientas y el taller propiamente dicho se encontraba en la obra, y allí eran adaptados a las necesidades concretas de la construcción<sup>23</sup>.

En la actualidad nos encontramos ante una situación en la que las soluciones de la arquitectura moderna, ayer mismo aceptadas sin crítica, se han convertido en inadmisibles, rechazables en función de su incapacidad para responder al desafío del cambio climático<sup>24</sup>. Somos los arquitectos de alguna manera responsables de la mejora de los edificios a través de su modificación, ya que son los edificios ineficientes los responsables de una parte importante del cambio climático<sup>25</sup>.

## 9. Conclusiones.

La arquitectura tradicional guarda un tesoro de soluciones armoniosas con la naturaleza, es un ejemplo de valiosa arquitectura, pero también un testimonio de su tiempo y su cul-

tura, que debe ser conservada. Los edificios de arquitectura tradicional forman un conjunto con el núcleo urbano al que pertenecen. Las calles, las plazas, serían distintas con otros edificios, los cuales están (estaban) unidos a su entorno de manera firme. En muchos casos la falta de vínculos de los edificios con su entorno en la actualidad obedece a la transformación radical de esos entornos y al cambio productivo, económico y social. Es importante procurar que los edificios de arquitectura tradicional sean viables social y económicamente en la actualidad. La protección y rehabilitación de la arquitectura tradicional ha de estar acompañada por la didáctica de la cultura popular. El conjunto de edificios de arquitectura tradicional que se conservan en una comarca son un libro abierto de ideas puestas en práctica, que tienen una aplicación (casi) directa en la arquitectura bioclimática. En estas circunstancias, ante el actual avance tecnológico y el evidente cambio climático, unido a la exigencia de mejores rendimientos de los sistemas constructivos, se pone de manifiesto la necesidad de volver la mirada hacia las soluciones de la arquitectura tradicional y valorar la eficacia de soluciones constructivas que energéticamente funcionan desde hace más de veinte siglos.

## Bibliografía

- ABRIL REVUELTA, Oscar: Chozos Y casetas en el centro de Castilla y León. Del barro a la piedra en la arquitectura rural de Tierra de Campos y Montes Torozos. Tesis doctoral. Escuela T.S. de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2017. Accesible en internet: [<http://oa.upm.es/48841/>].
- BABINI, A.; FERRÉ, M.A.; HERNÁNDEZ, J.; MANRIQUE, M.A.; RUIZ, E. Cos, (Mazcuerras). Aproximación al proceso de construcción de una aldea cantábrica. Centro de Estudios Rurales. Universidad de Cantabria. Cabezón de la Sal. 1994.
- EDWARDS, Brian: Guía básica de la sostenibilidad. Ed. Gustavo Gili. 2ª Edición. Barcelona, 2008.
- FERNÁNDEZ DELGADO, José Manuel: Naturaleza y medio ambiente en Castilla y León. Ed. ACCS. Valladolid, 2017.
- FUENTES GANZO, Eduardo; FUENTES GANZO, Armando: Molinos tradicionales del norte de Zamora. Centro de Estudios Benaventanos "Ledo del Pozo". CSIC. Benavente, 1999.
- MARQUÉS MARTÍN, Isabel; GARCÍA GARCÍA, Ignacio: Segovia. Inventario del Patrimonio Histórico de la Provincia de Segovia. Junta de Castilla y León, Caja España, Consejo Regional de Cámaras Oficiales de Comercio e Industria de Castilla y León. Segovia, 2008.
- MALDONADO RAMOS, Luis; RIVERA GÁMEZ, David: "Los sistemas de construcción con tierra (una nueva aportación en aras de una arquitectura más sostenible)". En La sostenibilidad en el proyecto arquitectónico y urbanístico. Jornadas marzo 2004. Edición y coordinación de Agustín Hernández Aja. Madrid, 2005.
- MOLINA HUELVA, M.; Fernández Ans, P: "Evolución del comportamiento térmico en viviendas tradicionales de piedra y cubierta de paja. Puesta en valor de un modelo sostenible en el noroeste de España", en Revista de la Construcción, vol. 12, nº 2 Santiago nov. 2013. Accesible en internet [[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2013000200008](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2013000200008)].
- MOYA, LUIS, y otros: Estudio de la tipología arquitectónica y urbanística del medio rural de la provincia de Valladolid. Valladolid, 2014. Accesible en internet [<http://www5.uva.es/grupotierra/publicacionestipologias.html>]
- MORENO DOPAZO, Ángel: "Construcciones con cubierta vegetal en el sur de la provincia de Soria: la forma y el material en la arquitectura popular", en El Pajar. Cuaderno de etnografía canaria. Nº 28, agosto del 2010.
- MORENO DOPAZO, Ángel: "Contribución al estudio de la arquitectura tradicional de la provincia de Soria: construcciones con cubierta vegetal", en Celtiberia, Año nº 61, Nº 105, 2011.

MORENO DOPAZO, Ángel: Una arquitectura en el territorio. Naturaleza de los tipos de edificación vernácula española: la casa tradicional soriana. Tesis Doctoral. Escuela T.S. de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2014. Disponible en internet: [<http://oa.upm.es/35471/>]

RIO MUÑOZ, Mónica del; SAINZ ESTEBAN, Alicia; SAN JOSÉ ALONSO, Jesús I; et al.: "Caracterización de la tapia de la torre de la iglesia de San Pedro. Becerril de Campos. Palencia". En: Construcción con tierra. Patrimonio y Vivienda. X CIATTI. Congreso de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2013. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 117-124. Disponible en internet: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2014/117-124-rio.pdf>

RUIZ MAZARRÓN, Fernando; CID FALCETO, Jaime; CAÑAS GUERRERO, Ignacio: "Uso de las bodegas subterráneas tradicionales y modernas excavadas en tierra para la crianza del vino". En: Construcción con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2010/2011. Cátedra Universidad de Valladolid. Valladolid, 2011. [[http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2011/2011\\_9788469481073\\_p\\_029-032\\_ruiz.pdf](http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2011/2011_9788469481073_p_029-032_ruiz.pdf)]

RUIZ DE LA RIVA, Eduardo: Casa y Aldea en Cantabria. Un estudio sobre la arquitectura del territorio de los valles del Saja-Nansa. Ediciones de Librería Estudio. Santander, 1991.

SAINZ GUERRA, José Luis; CARRERA DE LA RED, Miguel Ángel; OLCESE SEGARRA, Mariano; DURO ROCA, Ignacio; BELLIDO BLANCO, Santiago: Miranda del Castañar. Análisis morfotipológico. Trabajo inédito. 1996.

SAINZ GUERRA, José Luis et al. Edificios y Conjuntos de Arquitectura Popular en Castilla y León. Ed. Junta de Castilla y León. Valladolid, 2012. [<http://www5.uva.es/grupotierra/publicacionesbipe.html>]

TURÉGANO ROMERO, José Antonio: Arquitectura Bioclimática y Urbanismo Sostenible. Prensas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza, 2014. [<https://www.construction21.org/espana/articulos/es/tres-ejemplos-de-viviendas-pasivas-en-tres-climas-diferentes.html>]

## Citas y notas

<sup>1</sup> BABINI, A. y otros. Cos. Se utiliza la expresión “la aldea se revela como un libro abierto”. Pág. 62.

<sup>2</sup> Es frecuente en los edificios de arquitectura culta, que posean partes de piedra (una fachada principal de piedra), tras la cual se esconden frecuentemente paramentos de arquitectura de tierra. Véase, por ejemplo el caso de la torre de la iglesia de San Pedro de Becerril de Campos. RIO MUÑOZ, Mónica del; SAINZ ESTEBAN, Alicia; SAN JOSÉ ALONSO, Jesús I; et al.: “Caracterización de la tapia de la torre de la iglesia de San Pedro. Becerril de Campos. Palencia”. En: Construcción con tierra. Patrimonio y Vivienda. X CIATTI. Congreso de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2013. Valladolid, 2013. P. 117-124.

<sup>3</sup> RUIZ DE LA RIVA, Eduardo, Casa y aldea en Cantabria. Pág. 200.

<sup>4</sup> ABRIL REVUELTA, Oscar: Chozos y casetas en el centro de Castilla y León. Del barro a la piedra en la arquitectura rural de Tierra de Campos y Montes Torozos. Tesis doctoral. Madrid, 2017.

<sup>5</sup> MORENO DOPAZO, Ángel: “Contribución al estudio de la arquitectura tradicional de la provincia de Soria: construcciones con cubierta vegetal”, en Celtiberia, Año nº 61, Nº 105, 2011. Pág. 336.

<sup>6</sup> SAINZ GUERRA, José Luis; CARRERA DE LA RED, Miguel Ángel; OLCESE SEGARRA, Mariano; DURO ROCA, Ignacio; BELLIDO BLANCO, Santiago: Miranda del Castañar. Análisis morfo-tipológico. Trabajo inédito. Pág. 26.

<sup>7</sup> Es el caso del convento de La Armedilla, en el término municipal de Cogeces del Monte, Valladolid, cuyas piedras, arcos, capiteles, son perfectamente identificables en la actualidad en los muros de algunas de las viviendas de los pueblos de los alrededores.

<sup>8</sup> MOLINA HUELVA, M.; FERNÁNDEZ ANS, P: “Evolución del comportamiento térmico en viviendas tradicionales de piedra y cubierta de paja. Puesta en valor de un modelo sostenible en el noroeste de España”, Revista de la Construcción. 2013. Apartado 9. Conclusiones.

<sup>9</sup> RUIZ DE LA RIVA. Casa y aldea en Cantabria. Pág. 267.

<sup>10</sup> MORENO DOPAZO, Ángel: Una arquitectura en el territorio. Naturaleza de los tipos de edificación vernácula española: la casa tradicional soriana. Madrid, 2014.

<sup>11</sup> RUIZ DE LA RIVA. Casa y Aldea. Pág. 267.

<sup>12</sup> “... usado tradicionalmente para guardar aperos, herramientas y sobre todo como lugar de trabajo artesanal de la madera, en invierno y como espacio de reunión”. RUIZ DE LA RIVA. Pág. 267.

<sup>13</sup> RUIZ DE LA RIVA. Casa y Aldea. Pág. 267 y siguientes.

<sup>14</sup> MOYA, Luis: Estudio de la tipología arquitectónica y urbanística del medio rural de la provincia de Valladolid. Valladolid, 2014.

<sup>15</sup> “Es muy probable que características de la arquitectura popular como la orientación, el tipo de planta y la distribución de ventanas, puertas y chimeneas hayan sido determinadas por cuestiones energéticas”. BRIAN EDWARDS. Guía básica de la sostenibilidad. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2008. Pág. 166.

<sup>16</sup> SAINZ GUERRA, José Luis y otros. Edificios y conjuntos de arquitectura popular de Castilla y León. Pág. 353-355.

<sup>17</sup> RUIZ MAZARRÓN, pág. 31.

<sup>18</sup> Por ejemplo, las bodegas Portia, en Gumiel de Hizán, Burgos, o la bodega Tandem en Navarra, son algunas de las nuevas bodegas que se han construido últimamente en España con partes significativas de su estructura semienterrada, siguiendo una conducta sostenible que ya tenían las bodegas tradicionales.

<sup>19</sup> SAINZ GUERRA, José Luis y otros. Edificios y conjuntos de arquitectura popular de Castilla y León. Pág. 338-339.

<sup>20</sup> Véase el capítulo II de Fuentes Ganzo, y otros: Molinos tradicionales del norte de Zamora, en el que se hace una revisión de los molinos a la largo de la historia. Pág. 17-40.

<sup>21</sup> MARQUÉS MARTÍN, Isabel; GARCÍA GARCÍA, Ignacio: Segovia. Inventario del Patrimonio Histórico Industrial de la provincia de Segovia. Pag. 44 y siguientes.

<sup>22</sup> Ibidem, pág. 124

<sup>23</sup> Moreno Dopazo, Ángel: Una arquitectura en el territorio. Naturaleza de los tipos de edificación vernácula española: la casa tradicional soriana. Pág. 51.

<sup>24</sup> “No tenemos más remedio que admitir que la arquitectura convencional se ha desgastado en algunos puntos importantes y arroja una serie de

interrogantes que hasta ahora no ha sabido contestar. Fundamentalmente se trata de una crisis en su relación con el equilibrio bioclimático del planeta y con el grado de confort que es capaz de proporcionar en muchos ambientes sociales y culturales en los que ha sido implantada por la fuerza y desde arriba, partiendo de disposiciones políticas precipitadas que buscaban un mimetismo fácil con los países originarios de la arquitectura moderna”. Luis Maldonado Ramos, David Rivera Gámez: “Los sistemas de construcción con tierra (una nueva aportación en aras de una arquitectura más sostenible)”. La sostenibilidad en el proyecto arquitectónico y urbanístico. Madrid, 2005. Pág. 200.

<sup>25</sup> “El consumo de combustibles fósiles en los edificios representa aproximadamente la mitad de toda la energía consumida en el mundo”. BRIAN EDWARDS. Guía básica de la sostenibilidad. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2008. Pág. 61.