



# Preservación y gestión de asentamientos en el desierto: **Consideraciones generales y técnicas**

## *Preserving and managing ancient desert settlements: **General and technical considerations***

Maddalena Achenza

Arquitecta y profesora / Architect and professor. Università di Cagliari

**Palabras clave:** Construcción con tierra, Preservación de oasis, Identidad local.

Todos los oasis saharianos sufren un grave abandono debido a cuestiones económicas, sociales y políticas. Este abandono es también la causa principal de su degradación, lo que, a su vez, afecta tanto a los recursos económicos primarios como al palmeral y al entorno construido. Este último también lucha contra un sentimiento común de rechazo, como resultado de la creencia de que la vivienda tradicional es incómoda, sucia, no duradera e insalubre. Existe un proyecto de restauración dirigido por la Universidad de Cagliari en Figuig (Marruecos) encaminado a reflexionar sobre una nueva actitud en las intervenciones de conservación, que muestra que las acciones dirigidas a la reutilización de edificios, tradiciones constructivas y materiales tradicionales pueden llevar a una victoria para todas las partes, donde la memoria unida al hábitat, la identidad local y la microeconomía local adquieran un significado renovado y sustancial.

\*Texto original: inglés. Traducción al castellano: Soledad García Sáez.



**Keywords:** Earth construction, Oases preservation, Local identity.

*Saharan oases are all suffering a severe abandonment due to economic, social and political reasons. Abandonment is also the main cause for decay, thus in turn affecting at the same time the primary economical resources, the palm grove and the built environment. The latter one is also fighting a common sense of rejection, resulting from the belief that traditional housing is uncomfortable, dirty, not lasting and unhealthy.*

*A restoration project run by the University of Cagliari in Figuig (Morocco), opened to reflect on a new attitude in the intervention of conservation, showing that actions pointed to re-use of buildings, building traditions and traditional materials can bring to a win-win result where the memory joined to the habitat, the local identity and the local micro-economy are given a renewed and substantial significance.*

\*Original text: english. Spanish translation: Soledad García Sáez.

## INTRODUCCIÓN

La elección del sitio, el tejido urbano, los métodos de construcción y las tecnologías tradicionales, junto con las prácticas sociales, religiosas y económicas de todos los oasis en el noroeste de África, concurren para conformar un patrimonio arquitectónico y cultural de inestimable importancia. Hoy en día todo esto se ve seriamente amenazado por los agentes atmosféricos, la mala gestión, la negligencia y el abandono, factores que aumentan el riesgo de perder este importante patrimonio. Este es, de hecho, un problema muy difundido en el cinturón norte del Sahara, que se extiende desde Marruecos hasta Libia, en un área caracterizada por un patrón de construcción común y, por desgracia, un porvenir de desarrollo común: Asentamientos completos que en el pasado constituían símbolo y referencia para las poblaciones antiguas se encuentran ahora en graves condiciones de degradación, a menudo tan avanzada que se teme haya sobrepasado el punto de no retorno.

Los sistemas desérticos maravillosamente narrados y descritos científicamente por Pietro Laureano (Laureano 1995) son, en general, el resultado de interacciones complejas y equilibrios precarios desarrollados a partir del conocimiento secular y de prácticas de cuidado constante. Esto incluye no solo el entorno construido, sino también todos los oficios artesanales, así como las prácticas agrícolas y ganaderas que tienen lugar allí.

## INTRODUCTION

The choice of the site, the urban tissue, the construction methods and the traditional technologies, together with the social, religious and economic practices of all oases in northwestern Africa, concur to form an architectural and cultural heritage of inestimable importance. Today this all is seriously threatened by atmospheric agents, mismanagement, neglect and abandonment, factors that increase the risk of losing this important heritage. This is, as a matter of fact, a very diffused problem in the northern belt of the Sahara, stretching from Morocco to Libya, in an area characterized by a common building pattern and, unfortunately, a common development destiny. Entire settlements that were in the past symbols and references for ancient populations are now in a severe condition of degradation, often so advanced to be feared beyond a point of no return.

The desert systems wonderfully narrated and scientifically described by Pietro Laureano (Laureano 1995), are in general the result of complex interactions and precarious balances developed from secular knowledge and practices of constant care. This involves not just the built environment but also all the crafts, the agricultural and livestock practices that take place there.

1. Vista de Figuig. Autor: M.Achenza.  
1. View of Figuig, Author: M.Achenza.
2. Figuig, Souk. Autor: M. Achenza.  
2. Figuig, Souk. Author: M. Achenza.



2



3



4

Los oasis surgen de la presencia de agua, el elemento esencial para la vida. Por lo tanto, la persistencia del oasis depende directamente del sistema de suministro de agua y de la capacidad para almacenarla. En segunda instancia, depende del mantenimiento y cuidado del palmeral que crece permitiendo la actividad agrícola y el pastoreo de animales. El sistema urbano que se deriva integra estas actividades de forma muy delicada, teniendo cuidado de no interferir con el sistema de pozos y canales subterráneos, así como de erigirse junto al palmeral.

Conciencia, conocimiento, recalificación, desarrollo y participación: estos son los grandes desafíos con los que la gestión y la conservación de los oasis pre-saharianos están llamados a contrarrestar su decadencia y, en última instancia, su abandono. Esas son también las razones por las que cualquier acción de conservación debe apuntar a acciones integradas no invasivas y no destructivas, en completa armonía con el sistema y nunca en contraste con él. Para alcanzar los objetivos de conservación del patrimonio y desarrollo sostenible, las actividades deben realizarse tanto de manera participativa (involucrando tanto a la comunidad como a las asociaciones), como compartida (involucrando recursos humanos y técnicos), en un intercambio continuo y mutuo de conocimiento. Una fuerte relación de colaboración con personas y asociaciones locales permite desarrollar formas de participación, intercambio y apropiación de decisiones conscientes por parte de los actores y partes interesadas, que son indispensables para preservar la vida futura en los oasis.

The oases arise from the presence of water, the essential element for life. Therefore the persistence of the oasis is directly dependent on the water supply system and the capacity to store it. Secondly, it depends on the maintenance and care of the palm grove that is implanted allowing for agricultural activity and herding of animals. The urban system that derives is a system that integrates these activities very gently, taking care not to interfere with the system of wells and canals underground and to stand right aside the palm grove.

Consciousness, knowledge, requalification, development and participation: these are the great challenges with which the management and the conservation of pre-Saharan oasis are called to counteract their decay and ultimately their abandonment. Those are also the reasons why any conservation action needs to aim for integrated non-invasive and non-destructive actions, in complete harmony with the system and never in contrast to it.

To achieve the objectives of heritage conservation and sustainable development, activities should be conducted both in a participatory manner –involving both community and associations– and shared –involving human and technical resources– in a continual and mutual exchange of knowledge. A strong collaborative relationship with local people and associations allows developing forms of participation, sharing and appropriation of conscious choices by actors and stakeholders, which are indispensable to preserve future life in the oases.

Las experiencias llevadas a cabo en el pasado con un enfoque vertical en los sistemas frágiles han sido a menudo muy eficaces en lo que respecta a los aspectos técnicos. Por ejemplo, en Argelia, la introducción de una secuencia de leyes, decretos y normas a partir de 1998<sup>1</sup> ciertamente ha causado efectos importantes. Sin embargo, la gente aún es reacia a seguir ocupando estos espacios, ya que las viviendas no cumplen con los estándares modernos de comodidad y habitabilidad, y la infraestructura básica y los servicios brillan por su ausencia en el *ksour*. Esto sucedió, por ejemplo, en Beni Abbas, donde una intervención arquitectónica impecable no incluyó carreteras de acceso y transporte, servicios públicos e instalaciones o tiendas (Terki 2012).

La experiencia adquirida con el proyecto “Conservación y valorización del patrimonio construido en Figuig (Marruecos)”<sup>2</sup> ha llevado a una cooperación internacional que ha permitido valorizar las técnicas tradicionales de construcción mediante la hibridación de diferentes culturas constructivas, abriéndose a nuevas soluciones tecnológicas.

El empleo de artesanos locales de cierta edad y el diálogo entre ellos y los jóvenes albañiles aprendices y trabajadores de diferentes *ksour* ayudaron a redescubrir antiguas prácticas de procesado colectivo de materias primas (por ejemplo, producción local de cal y adobe) y a crear momentos de agregación de la comunidad que ya no existían. La reapertura de hornos de cal generó la reutilización de muchas canteras y reanudó la costumbre de recolectar leña de la tala y limpieza de los jardines, lo que generó un desarrollo microempresarial útil para la colectividad y la economía del oasis.

The experiences made in the past with a top-down approach on fragile systems have been often very effective concerning technical aspects. For example in Algeria, the introduction of a sequence of laws, decrees and norms starting from 1998<sup>1</sup> has certainly brought important effects. Nevertheless people are still quite reluctant to keep on occupying them, as dwellings do not meet modern standards of comfort and habitability and basic infrastructure and services are absent in the *ksour*. This happened for example in Beni Abbas where an impeccable architectural intervention did not include access roads and transportation, public services and facilities or shops (Terki 2012).

The experience made with the project “Conservation and enhancement of the built heritage in Figuig (Morocco)”<sup>2</sup> has led to an international cooperation that has been able to valorize traditional construction techniques through the hybridization of different technological cultures, opening for new technological solutions.

The employment of old local craftsmen, the dialogue between them and the young apprentice masons and workers of different *ksour* helped rediscover ancient practices of collective processing of raw materials (e.g., local production of lime and adobe bricks) and create moments of aggregation of the community which no longer existed. The re-opening of furnaces for burning lime generated the re-use of many quarries and resumed the habit of collecting firewood from cutting and cleaning



5



6

3. Figuig, cultivo bajo el palmeral. Autor: M. Achenza.  
 3. Figuig, cultivation under the palmgrove. Author: M. Achenza.

4. *Ksar* de Beni Abbas, Wilaya de Bechar. Autor: Kays DJILALI © Ministerio de Cultura de Argelia, 2009.

4. *Ksar* de Beni Abbas, Wilaya de Bechar, Photo Kays DJILALI © Ministère de la Culture d’Algérie, 2009.

5. Traditional adobe production. Autor: M. Achenza.

5. Producción tradicional de adobe. Author: M. Achenza.

6. Restoration of a portal to the *ksar*. Autor: M. Achenza.

6. Restauración de un portal de entrada al *ksar*. Author: M. Achenza.



7



8

7. Intervenciones espontáneas para iluminación externa. Autor: M. Achenza.

7. Spontaneous interventions for external lighting. Author: M. Achenza.

8. Sistema de distribución de agua. Autor: M. Achenza.

8. Water Distribution System. Author: M. Achenza.

9. Espacio público dentro del ksar. Autor: M. Achenza.

9. Public space within the ksar. Author: M. Achenza.

Técnicas tradicionales que se perdieron debido a su transmisión casi exclusivamente oral encontraron codificación y sistematización en un manual sobre técnicas de construcción (Achenza 2012), y técnicas antiguas consideradas obsoletas desde hace mucho tiempo fueron redescubiertas. Esto representa una importante contribución para los artesanos, para un uso práctico en obra, y perpetúa en el tiempo las mejores prácticas y la armonía entre espacios construidos y vacíos dentro de la estructura de edificios heredados de generaciones anteriores.

De acuerdo con el enfoque defendido por WHEAP<sup>3</sup>, el manual de conservación también puede ser entendido como una herramienta para la población local, para promover la conciencia sobre el patrimonio arquitectónico de la ciudad como un importante valor de identidad. El manual analiza métodos de construcción tradicionales y propone sistemas contemporáneos de reparación obtenidos a partir de la mediación del conocimiento tradicional y científico, con especial atención al uso de materiales y técnicas locales. A continuación se presentan algunos ejemplos de posibles soluciones a problemas comunes que se presentan ampliamente en el área, tal y como se describe en el manual.

### ORGANIZACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS

Figuig es uno de los oasis más antiguos de la zona norte del Sahara, encerrado en un enclave del territorio argelino que antaño constituyó una encrucijada de importantes rutas de caravanas. Es la capital de la región del distrito de Figuig,

gardens, which generated a micro-business development useful to the collectivity and the economy of the oasis.

Traditional techniques that were lost because of their almost exclusively oral transmission, found codification and systematization in a manual on construction techniques (Achenza 2012), and ancient techniques considered since long obsolete, were rediscovered. It represents an important contribution to the artisans for a practical use on site, and perpetuate in time best practices and harmony between built spaces and voids within the fabric of buildings inherited from previous generations.

In accordance with the approach advocated by WHEAP<sup>3</sup>, the conservation manual can also be understood as a tool for the local population, to promote awareness about the architectural heritage of the city as an important identity value. The manual analyses traditional building methods and proposes actual repair systems obtained by the mediation of traditional and scientific knowledge, with special attention to the use of local materials and techniques. Following are some examples of possible solutions to common problems widely occurring in the area, as reported in the manual.

### ORGANISATION OF THE SETTLEMENTS

Figuig is one of the oldest oases of the northern side of the Sahara, enclosed in an enclave of the Algerian territory, once a crossroads of important caravan routes.

establecido como municipio después de las elecciones de 1992, con Bouarfa como capital provincial. Situado a unos 370 km al sur de Oujda, capital de la región que cuenta con medio millón de habitantes, y a unos 7 km de la ciudad argelina de Beni Ounif, Figuig pertenece a la parte más oriental del reino. Para los historiadores árabes toma el nombre de *fej* o cuello, mientras que para los amazighs debe provenir de *ifi yyey* (acantilado), del verbo amazigh *afey* (correr), para indicar una persona que descende de un acantilado. Sin embargo, ambas expresiones, *afey* e *ifi yyey*, recuerdan al concepto de un terreno empinado.

De hecho, Figuig es un lugar confinado por colinas que dibujan una suerte de cinturón circular. Los montes de Jbel Himour (1.168 m) y Krouz (1.647 m) se encuentran en el noroeste de la ciudad, mientras que al sur encontramos Jerman Jbel (1.047 m) y Sidi Youssef (1.065 m). Se trata de una protección natural contra los invasores enemigos, pero también contra el avance del desierto, que ofrece al mismo tiempo la posibilidad de recoger el agua de escorrentía de las precipitaciones en las montañas cercanas del Alto Atlas (Ware 2001).

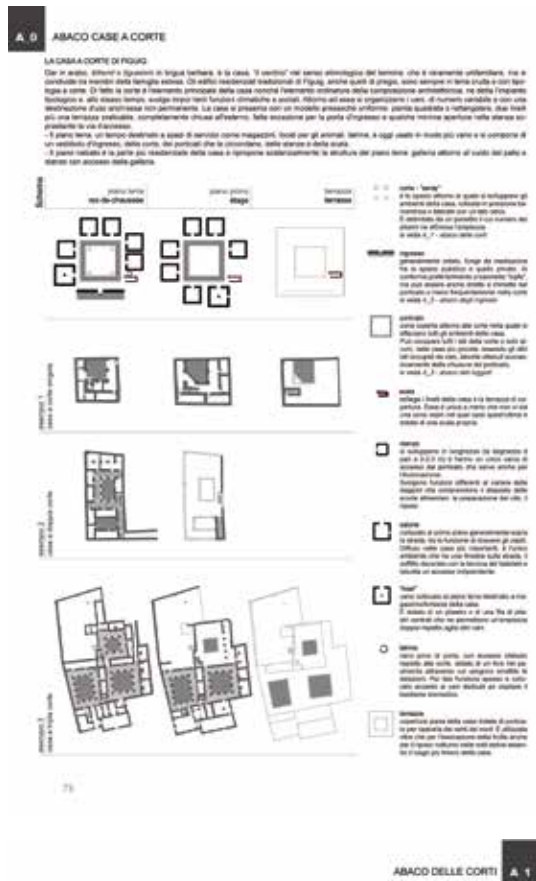
La ciudad se compone de siete *ksour* o barrios fortificados, “tres castillos en medio del desierto” como los define Leo Africanus<sup>4</sup>: “Tres castillos en medio del desierto cerca de los cuales hay una gran cantidad de palmeras. Las mujeres tejen lanas en forma de colchas de cama tan finas y delicadas que parecen seda, y que se venden muy caras en ciudades bereberes como Fez y Tlemcen. Los hombres son muy inteligentes. Algunos se dedican a comerciar en la tierra de los negros; otros van a Fez para estudiar las letras”<sup>5</sup>.

It is the capital of the region of the Figuig district, elected to municipality after the 1992 elections, with Bouarfa as provincial capital. Located about 370 km south of Oujda, the capital of the region with half a million inhabitants, and about 7 km from the Algerian town of Beni Ounif, Figuig, belongs to the easternmost part of the kingdom. For Arab historians, it takes the name from “*fej*” or collar, while for the Amazighs it should originate by *ifi yyey* (cliff) from the Amazigh verb *afey* (running) to indicate a person descending from a cliff. However, both expressions *afey* and *ifi yyey* recall the concept of a steep terrain.

In fact, Figuig is a place confined by hills drawing a sort of round belt. The mount of Jbel Himour (1168m) and Krouz (1647 m) are in the northwest of the city while in the South we find Jerman Jbel (1047 m) and Sidi Youssef (1065 m). This is a natural protection against enemy invaders but also against the advance of the desert, offering at the same time the possibility to collect the run-off water from rainfall in the near mountains of the High Atlas (Ware 2001). The city consists of seven *ksour*, or fortified neighborhoods, “*trois châteaux au milieu du désert*”, “*three castles in the middle of the desert*”, as Leo Africanus defines them<sup>4</sup>: “*Three castles in the middle of the desert, near which there are a lot of palm trees. The women weave woolen cloths for bed-quilts, but they are so fine and delicate that they look like silk, and are sold at a very high price in the Berber cities of Fes and Tlemcen. Men are very intelligent. Some of them go to trade in the land of the Blacks people; others go to Fez to study the letters*”<sup>5</sup>.



9



10. Figuig, tipos de patio. Autor: M. Achenza.  
10. Figuig, courtyard types. Author: M. Achenza.

Los cuatro *ksour* Laâ Bidate, Loudaghir, Oulad Slimane y El Maïz están casi unidos y forman el primer “castillo”; Hammam Fougani y Hammam Tahtani, inicialmente un *ksar* único, conforman el segundo “castillo”. Estos seis *ksour* se encuentran a 900 m sobre el nivel del mar, en la llanura entre Jbel Grouz al norte y Jorf al sur. El tercer “castillo”, Zénaga, el más importante y el más extenso (representa la mitad de la ciudad), está ubicado al oeste, a un nivel 30 metros más bajo. Actualmente, los siete *ksour* se unen como resultado del desarrollo urbano más reciente. Un hermoso palmeral de unas 150.000 plantas distribuidas en una superficie de 650 hectáreas rodea el asentamiento. Originalmente, también Béni Ounif, una ciudad argelina a solo 8 km de distancia, era considerado un *ksar* de Figuig. La ciudad ha acogido a alrededor de 24.000 habitantes en sus tiempos con mayor población, ahora reducida a la mitad debido a una fuerte y constante migración de la población más joven hacia ciudades más grandes en Marruecos o en el extranjero.

Los edificios residenciales tradicionales, incluso aquellos con algún valor arquitectónico, se construyen siempre con tierra y con una tipología de patio. El patio es casi siempre el elemento central de la casa en climas áridos, pero también constituye el elemento alrededor del cual se organiza la composición arquitectónica de la casa; determina la organización del espacio de acuerdo con las tradiciones climáticas y sociales.

Las habitaciones se distribuyen a su alrededor, variando en número y uso, considerando que el uso varía según la temporada y las necesidades de la familia. La casa presenta un patrón casi uniforme en el *ksar*: una planta

The four *ksour* Laâ Bidate, Loudaghir, Oulad Slimane and El Maïz are almost united and form the first “castle”, Hammam Fougani and Hammam Tahtani, initially a unique *ksar*, make up the second “castle”. These six *ksour* are located at 900 m above sea level in the plain between the Jbel Grouz a North and Jorf to the South. The third “castle”, Zénaga, the most important and the most extended one (represents half of the city), is located to the west at a level 30 meters lower. The seven *ksour* nowadays are joined together as a result of the more recent urban development. A gorgeous palm grove of about 150,000 plants spread over a surface of 650 hectares surrounds the settlement. Originally also Béni Ounif, an Algerian town only 8 km away, was considered a *Ksar* of Figuig. The city has hosted around 24,000 inhabitants in its most crowded times, now reduced to half due of a strong and constant migration of the younger population towards bigger cities in Morocco or abroad.

Traditional residential buildings, even those with some architectural value, are always built with earth and with a courtyard typology. The courtyard is almost always the central element of the house in arid climates, but it also constitutes the element around which the architectural composition of the house gets organized, determines the organization of the space according to climate and social traditions.

Rooms are distributed around it, varying in number and use, taken into account that the use differs depending on the season and the needs of the

cuadrada o rectangular organizada en dos niveles con una terraza accesible y construida con materiales del oasis, esto es, piedra, tierra, madera de palmera, arena y cal. El edificio está completamente cerrado hacia el exterior a excepción de la puerta de entrada (siempre protegida con una distribución quebrada en ángulo y algunas pequeñas aberturas estratégicamente localizadas en las habitaciones situadas sobre la entrada. En general, no hay decoraciones, excepto la coronación de las paredes interiores del patio para enfatizar la banda horizontal de separación de las dos plantas.

La planta baja, antes utilizada para espacios comerciales, almacenes, locales para animales y letrinas, se usa hoy en día con más flexibilidad. Consiste en una entrada a la logia que rodea el patio, una escalera que conduce al nivel superior y varias habitaciones. Frecuentemente, la cocina y el baño no cuentan con un espacio dedicado y, así, se colocan en una esquina del porche o debajo de las escaleras. En ocasiones, una parte de la galería se usa para aumentar el número de habitaciones.

La planta superior es el área más residencial de la casa. Ocupa la misma superficie que la planta baja. Cuenta con un porche y todas las habitaciones están ubicadas alrededor del espacio abierto del patio. La única diferencia entre los dos niveles se refiere a la forma y el tamaño de las habitaciones, que pueden ampliarse en ocasiones para cubrir la vía pública. La cubierta plana de la casa es una terraza accesible. Durante el día acoge una variedad de funciones; por la noche, durante la temporada de calor, la familia se muda allí para dormir.

family. The house presents an almost uniform pattern in the *ksar*: a square or rectangular plan, organized on two levels with an accessible terrace, built with materials from the oasis: stone, earth, palm wood, sand and lime. The building is completely closed towards the outside, except for the entrance door (always shielded with a chicane solution) and some small openings strategically placed in the rooms above the entrance. In general there are no decorations, except the crowning of the interior walls to the court to emphasize the horizontal band of separation of the two floors.

The ground floor, once used for commercial spaces, warehouses, premises for animals and latrines, is nowadays used with more flexibility. It consists of an entrance to the court surrounded by a patio, a staircase leading to the upper level and several rooms. The kitchen and the bathroom frequently do not have a dedicated space, and would then be collocated in a corner of the porch or below the stairs. Sometimes a part of the gallery gets used in order to increase the number of rooms.

The upper floor is the more residential area of the house. It occupies the same surface than the ground floor: a porch and all rooms are located around the open space of the courtyard. The only difference between the two levels refers to the shape and size of the rooms, which may be enlarged to sometimes cover public roads. The flat roof is an accessible terrace. During daylight it has a variety of functions, at night during the hot season the family moves there to sleep.



11



12



13

11. Galería del primer piso de una casa particular en el *ksar* El Maiz. Autor: M. Achenza.

11. Gallery of the first floor of a private house in the *ksar* El Maiz. Author : M. Achenza.

12. Detalle del piso intermedio realizado con palitos de adelfa. Autor: M. Achenza.

12. Detail of the intermediate floor made with oleander sticks. Author : M. Achenza.

13. Vista de la corte interna de una casa privada. Autor: M. Achenza.

13. View of the internal court of a private house. Author: M. Achenza.





14



15

## DEGENERACIÓN ARQUITECTÓNICA Y CONSERVACIÓN

La degeneración del asentamiento a menudo comienza a escala urbana. Existe una estabilidad precaria de todo el asentamiento urbano relacionada con el prolongado abandono y la consiguiente degradación de un gran número de edificios dentro del *ksour*. Este problema se ha visto enfatizado en los últimos años por inundaciones severas frecuentes durante las cuales la densa fábrica constructiva del *ksour* perdió elementos importantes. El *ksour* consiste en casas que se apoyan unas sobre otras, con una interdependencia estructural muy fuerte. Si se destruye una parte del tejido urbano, todas las casas enfrentan el riesgo de colapso.

En las calles del *ksour* es también cada vez más común reemplazar las tradicionales vías de piedra por revestimientos de cemento. En un tejido históricamente profusamente construido con tierra, donde las viviendas privadas a menudo no tienen cimientos, los pavimentos de piedra aseguraban un buen drenaje del agua de lluvia, que se absorbe de forma natural hacia canales subterráneos que renuevan el suministro de agua del oasis. Por el contrario, un revestimiento de cemento, debido a su escasa permeabilidad, evacúa las aguas hacia otras zonas (en el peor de los casos hacia los muros en los bordes de la calle) y acelera peligrosamente el flujo de agua. Esta es la causa más frecuente de degradación de los cimientos de los muros, de tal manera que la humedad capilar eleva las sales que, al cristalizar, desintegran los materiales del pie de la fábrica. Además, cuando las precipitaciones son extraordinariamente abundantes, la velocidad ganada por el agua causa una erosión difícilmente controlable en las superficies afectadas.

## ARCHITECTURAL DEGENERATION AND CONSERVATION

Degeneration of the settlement often starts at urban scale. There is a precarious stability of the entire urban settlement linked to the prolonged abandonment and consequent degradation of a very large number of buildings inside the *ksour*. This problem has been emphasized in the very last years by frequent severe floods, during which the dense construction fabric of the *ksour* lost important elements. The *ksour* consists of houses backing each other with a very strong structural interdependence. If a part of the urban tissue is destroyed all houses face the risk of collapse.

In the streets of the *ksour* it is also becoming increasingly common to replace the traditional stone pathways with cement coatings. In a fabric historically densely built with earth, where private dwellings often have no foundations, stone pavements ensured a good drainage of rainfall, which gets naturally absorbed by underground canals renewing the water supply to the oasis. On the opposite, a cement coating, because of its impermeability, evacuates the waters elsewhere (in the worst case towards the walls on the edges of the street), and dangerously accelerates the water flow. This is the most frequent cause of degradation of wall foundations on which the moisture capillary rise deposits salts that, by crystallizing, disintegrate materials from the foot of the wall. Moreover, when the rainfalls are extraordinarily abundant, the speed gained by the water causes hardly controllable erosion on the affected surfaces.

Las intervenciones sobre los cimientos evitan el hundimiento y proveen también de subestructura y refuerzo en la base del muro (Sanna, Atzeni 2009). Se pueden llevar a cabo mediante la reconstrucción de las porciones erosionadas del muro con un material más resistente, como piedra, en pequeños sectores (60-80 cm) no contiguos. Donde sea posible, es mejor intervenir en ambos lados y en todo el espesor de la sección.

La superficie del muro se puede erosionar muy rápidamente por diversas razones:

- escorrentía directa e incontrolada del agua de las terrazas
- erosión por agua de escorrentía no canalizada en tuberías apropiadas (*syalat*)
- erosión debida a la humedad que se eleva por el interior de los muros por capilaridad y cristalización de las sales que contiene.

En este caso, es posible intervenir de dos maneras:

- con la sustitución de parte del muro de tierra por piedras hasta un nivel al que el agua ya no esté ascendiendo
- con la aplicación de mortero a base de tierra y cal.

Las grietas son a menudo una señal de deformación estructural. Sin embargo, no todas las grietas deben preocupar; algunas pueden deberse simplemente a un asentamiento de la estructura. Muy frecuentemente, el origen está en presencia de humedad, que causa debilidad en la base del muro. El técnico debe identificar cuidadosamente el origen del problema y evaluar los riesgos potenciales a través de las comprobaciones apropiadas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la reparación de grietas sin la eliminación de su causa no resolverá el problema.

Interventions on the foundations avoid subsidence and give also substructure and reinforcement at the base of the wall. (Sanna, Atzeni 2009). They can be carried out by rebuilding the eroded wall portions with a more resistant material, as stone, in small sectors (60-80 cm), not contiguous. Where it is possible it's better to intervene on both sides, and on the whole of the thickness.

The wall surface can be very quickly eroded for various reasons:

- direct and uncontrolled running of the water from the terraces
- erosion by run-off water not channeled in appropriate piping (*syalat*)
- erosion due to moisture rising within the walls by capillarity and crystallization of salts it contains.

In this case, it is possible to intervene in two ways:

- with the substitution of part of the earth wall with stones to a level where the water is no more rising
- with the application of mortar plaster based on earth and lime.

Cracks are often a signal of structural deformation. However, not all cracks must worry: some may be due to a simple settlement of structures. Very often, the origin is in the presence of moisture, which causes weakness at the base of the wall. The technician should carefully identify the origin of the problem and evaluate potential risks through appropriate checks. It must be kept in mind, however, that the elimination of cracks without the elimination of their origin will not solve the problem.



16



17

14. Sistema de distribución de agua. Autor: M. Achenza.  
14. Water distribution system. Author: M. Achenza.

15. Sistema de eliminación de aguas pluviales. Autor: M. Achenza.  
15. Rainwater disposal system (*Syalat*). Author: M. Achenza.

16. Figuig, *Ksar El Maiz*. Autor: M. Achenza.  
16. Figuig, *Ksar El Maiz*. Author: M. Achenza.

17. Consolidación con piedra del exterior de un muro. Autor: M. Achenza.  
17. Consolidation with stone of the external wall. Author: M. Achenza.



18



19

18. Construcción de nueva pared de tierra apisonada. Autor: M. Achenza.

18. Building of a new rammed earth wall. Author: M. Achenza.

19. Trabajos de restauración a lo largo de una vía pública. Autor: M. Achenza.

19. Restoration works along a public road. Author: M. Achenza.

20. Inserción de encadenado metálico. Autor: M. Achenza.

20. Insertion of metal chainage. Author: M. Achenza.

21. Habitación de una casa particular en el *ksar* Zenaga. Autor: M. Achenza.

21. Room of a private house in the *ksar* Zenaga. Author: M. Achenza.

Las partes del muro agrietadas se pueden restaurar de la siguiente manera:

- limpieza y relleno de las partes faltantes con una mezcla de tierra con una composición lo más similar posible a la utilizada en el muro.
- retirada de las piezas dañadas y de todas las partes incoherentes hasta que las superficies de las piezas queden expuestas y en buenas condiciones.
- inserción de nuevos elementos (adobe o BTC-bloques de tierra comprimida) para reemplazar los bloques de construcción dañados
- inserción de elementos de refuerzo de madera o metálicos si es necesario.
- revestimiento de las superficies con mortero a base de tierra y / o cal natural.

Generalmente, el refuerzo de los muros mediante tirantes no es necesario, incluso en caso de grietas obvias. De localizarse grietas, una evaluación técnica cuidadosa de las causas de las lesiones debe determinar la elección de la forma de intervención más apropiada. La inserción de componentes rígidos en estructuras tradicionales a menudo es contraproducente porque debilita el comportamiento monolítico de la estructura.

En caso de refuerzo, es preferible utilizar elementos de madera en lugar de metal u hormigón armado. La inserción de carreras en un muro existente es esencial si existen problemas serios de asentamiento de la estructura. Sin embargo, esta inserción de carreras requiere del desmontaje de la cubierta o de los muros sobre los que descansa. Es recomendable el uso de vigas de madera que se pueden reforzar en las esquinas mediante cuadrales o escuadras

Cracked wall portions can be restored as follows:

- clean and fill the missing parts with a mixture of soil with a composition most similar to that of one used for the wall.
- remove damaged bricks and all incoherent parts, until the surfaces of the bricks are exposed and in good condition.
- insert new elements (adobe or CEB-compressed earth blocks) to replace damaged building blocks
- insert wooden or metallic reinforcement elements if needed.
- coat surfaces with earth-based mortar and/or natural lime.

The reinforcement of the walls by tie-rods is generally unnecessary, even in cases of obvious cracks. In case of cracks, a careful technical assessment of the causes of the pathologies should determine the choice for the most appropriate intervention. The insertion of stiffening parts into traditional structures is often counterproductive, because it weakens the monolithic behavior of the structure.

In case of reinforcement it is preferable to use wooden elements rather than metal or reinforced concrete. The insertion of edge beams into an existing wall is essential if there are serious problems of subsidence of the structure of the walls. However, the insertion of the edge beam requires disassembly of the roof or of the walls on which it rests. It is advisable to use wooden support beams, which can be reinforced on the corners by wood or metal brackets to

de madera o metal para contrarrestar la tendencia de los muros a “abrirse”. Tras una evaluación particular caso por caso, se puede considerar el uso de zunchos de cal o de hormigón si se arman adecuadamente. En este último caso, el muro de contención frontal actuará como encofrado. En cualquier caso, en general, los zunchos de hormigón deben evitarse a toda costa debido a su naturaleza invasiva y al estrés estructural potencial que inducen en el edificio, cuestiones no siempre evaluables a priori.

Generalmente, el revestimiento de muros es la acción más efectiva y evidente para preservar la estructura de la degradación (Craterre 2005). La mezcla para el revestimiento debe ser similar a la mezcla del elemento a preservar, y preferiblemente debería estar preparada con anterioridad a su aplicación para asegurar una mejor cohesión del contenido de arcilla. Lo mejor sería extender una primera capa de mortero con un grosor máximo de 15 mm dispuesta idealmente en varias aplicaciones sucesivas, cada una lo más delgada posible. De ser posible, el trabajo debe realizarse durante las horas menos soleadas del día para evitar la formación de fisuras. Tras el secado completo, la superficie se vuelve a humedecer y se aplica una segunda capa con un espesor de 5-10 mm. Una de las intervenciones más demandadas está relacionada con la ampliación de los espacios interiores. Las dimensiones de las habitaciones están, de hecho, ligadas a la longitud de las vigas de palmera, normalmente de no más de 3,5 m. Hoy en día, para resolver este problema se importa madera contrachapada, lo que supone un gran gasto de energía y recursos económicos.

counteract the tendency of walls to “open”. After a particular case-by-case assessment, it may be considered to use lime or concrete beams if properly armed. In this last case, the front retaining wall will act as a formwork. In general, cement concrete edge beams should be avoided at all cost, because of their invasive nature and potential structural stress they induce into the building which are not always a priori assessable.

Coating of walls commonly is the most effective and evident action to preserve the structure from degradation (Craterre 2005). The plaster mixture should be similar to the mix of the element to be preserved, and preferably prepared in advance to assure a better cohesion of the contained clay. The best would be to extend a first layer of plaster with a thickness of maximum 15 mm, ideally laid by several successive applications, each as thin as possible. If possible, the work should be done during the less sunny hours of the day in order to avoid formation of micro-cracks.

At complete drying, the surface is re-moistened and a second layer is applied with a thickness of 5-10 mm.

One of the most requested interventions is related to the enlargement of the indoor spaces. Rooms are in fact tied to the length of the palm beams, normally not longer than 3.5 m. Nowadays, in order to solve this particular issue, plywood is imported with a huge expense of energy and economic resources.



20



21

## NOTAS / NOTES

1. Loi 98-04 du 20 Safar 1419 correspondant au 15 juin 1998 relative à la protection du patrimoine culturel; Décret exécutif n° 03-324 du 9 Chaâbane 1424 correspondant au 5 octobre 2003 portant modalités d'établissement du plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur des secteurs sauvegardés (PPSMVSS) et portant maîtrise d'oeuvre relative aux biens culturels immobiliers protégés; Arrêté du 4 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 13 avril 2005 fixant la composition et le fonctionnement du comité sectoriel de qualification de l'architecte spécialisé des monuments et des sites protégés, fixant les dispositions spécifiques à l'exécution de la maîtrise d'œuvre sur les biens culturels immobiliers protégés et fixant les contenus des missions de la maîtrise d'œuvre portant sur la restauration des biens culturels immobiliers protégés.

2. "Conservazione, recupero e valorizzazione del patrimonio costruito tradizionale in terra cruda" financed by / financiado por la Región Autónoma de Ceerdeña de acuerdo a la ley L.R. 19/96.

3. El Programa de Patrimonio Mundial de Arquitectura de Tierra WHEAP 2007-2017 (World Heritage Earthen Architecture Program WHEAP 2007-2017), promovido por la UNESCO, tiene como objetivo la conservación y gestión de los sitios de arquitectura de tierra en todo el mundo. / The World Heritage Earthen Architecture Program WHEAP 2007-2017, promoted by UNESCO, aims for the improvement of the state of conservation and management of earthen architecture sites worldwide.

4. Joannes Leo Africanus, (c.1494–c.1554?) fue un diplomático bereber andalusí y escritor, conocido por su libro *Descrittione dell'África* (Descripción de África) / Joannes Leo Africanus, (c. 1494 – c. 1554?) was a Berber Andalusí diplomat and author, known for his book *Descrittione dell'África* (Description of Africa).

5. Nota: traducción del editor del texto. Texto original: / Note: translation of the text editor. Original text: "Trois châteaux au milieu du désert, près desquels il y a une très quantité de palmiers. Les femmes y tissent des étoffes de laine dans le genre des courtepointes de lit, mais si fines et si délicates qu'on dirait de la soie, et se vendent très cher dans les villes de Berbérie telles que Fès et Tlemcen. Les hommes sont très intelligents. Certains s'adonnent au commerce dans la terre des Noirs, d'autres se rendent à Fès pour y étudier les lettres".



22



23a

La madera de palmera se puede emplear en soluciones que aseguren una resistencia estructural adecuada utilizando dos troncos superpuestos atornillados entre sí, lo que permite producir un forjado de dimensión casi doble. La solución propuesta es el resultado de una investigación llevada a cabo por Mattia Gabrieli y Gianni Scudo de la Politécnica de Milán, Departamento B.E.S.T., y Maurizio Cafarelli de la ONG África 70.

La viga doble de tronco de palmera puede cubrir un vano de 4,5 m incluyendo los 30-40 cm de apoyo a cada lado. La resistencia resultante es de alrededor de 3,6 KN/m<sup>2</sup>, muy superior a la que garantiza una solución tradicional.

## CONCLUSIONES

La necesidad urgente de redefinir las intervenciones para la conservación de este enorme y valioso patrimonio no puede separarse más de la definición de un programa general de desarrollo local de cada sitio. Los programas

Palm wood can be used with solutions that ensure adequate structural resistance, using two superposed trunks bolted together, which allows to produce a floor of almost double dimension. The solution proposed is the result of a research carried out by Mattia Gabrieli and Gianni Scudo of the Polytechnic of Milan, Department B.E.S.T., and Maurizio Cafarelli from the NGO Africa 70.

The double palm trunk beam may cover a 4.5 m span including 30 to 40 cm as support for each side. The resulting resistance is about 3.6 KN / m<sup>2</sup>, well beyond the one assured by a traditional solution.

## CONCLUSIONS

The urgent need of redefinition of the interventions for the conservation of this huge and valuable heritage cannot be detached any more from the definition of a general local development program of each single site.



23b

22. Entrada a una vía pública cubierta. Autor: M. Achenza.  
22. Entrance to a covered public road. Author: M. Achenza.  
23. Viga doble de troncos de palmera y prueba de carga de la misma. Autor: E. Ghibaudo.  
23. Double palm-trunk beam and load test. Author: E. Ghibaudo.

## BIBLIOGRAFÍA / REFERENCES

ACHENZA M., *Manuel de restauration de l'Architecture historique de l'oasis de Figuig (Maroc)*. Lisbona, Portugal, ed. Argumentum, 2002.

BENYOUCEF B., LE M'ZAB. *Espace e société*, Imprimerie Aboudaoud, El-Hrrach 1990.

CHERRADI F., *Le devenir de l'architecture en terre des vallées du sud*, in Gaultier-Kurhan C., Patrimoine culturel marocain, Maisonneuve & Larose, Paris 2003.

CRATerre-EAG, *Les enduits de terre*. Projet Leonardo da Vinci catalogue, 2009.

CRATerre-EAG, *Manuel de conservation du patrimoine architectural en terre des vallées présahariennes du Maroc*, Cerkas-Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO, 2005.

LAUREANO P., *La piramide rovesciata*, Bollati Boringhieri, Torino 1995.

RAKOTOMAMONJY B., *Conservation du Patrimoine Culturel Immobilier en Afrique sub-saharienne*. Bilan-final, CraTerre – ENSAG, Grenoble 2010.

RAUZIER M.P., TRÉAL C., RUIZ J.M., *Le sud marocain*, Arthaud éditions, Grenoble 1998.

RAVÉREAU A., *Le M'Zab. Une leçon d'architecture*, Sindbad, Paris 1981.

SANNA A., ATZENI C., *Il manuale dell'architettura in terra cruda della Sardegna*, ed Dei, Roma 2009.

TERKI Y., *Catalogue de l'exposition "De terre et d'argile"*, Ministère de la culture d'Algérie, Tlemcen 2012.

WARE S., *Médinas du Maroc*, Arthaud, Paris 2001.

WEISMANN A., BRYCE K., *Using natural finishes*, Green Books, Dartington 2008.

ZERHOUNI S., GUILLAUD H., *L'architecture de terre au Maroc*, ACR Edition, Paris/Courbevoie 2001.

contemporáneos deben ser mucho más articulados e interdisciplinares, deben conjugar habilidades antiguas con conocimiento moderno, materiales y técnicas tradicionales con soluciones técnicas avanzadas, estructuras antiguas y necesidades contemporáneas. Por lo tanto, deben considerar no solo las actividades de consolidación y restauración de edificios, sino también la introducción de servicios eficientes que permitan una vida acorde con los estándares contemporáneos. Los albañiles locales deben ser incluidos en los procesos como valiosos guardianes de los conocimientos históricos, y deben ser entrenados para emplear productos locales de una manera más eficiente. Se deben hacer esfuerzos para aumentar el desarrollo de una microproducción local de nuevos elementos de construcción (por ejemplo, vigas dobles de tronco de palmera, cal, adobes, etc.) a fin de evitar la importación de materiales externos (y a menudo incompatibles) que no aportan una mejora técnica real y generan un empobrecimiento de la identidad local. 🏠

Actual programs need to be much more articulated and interdisciplinary, they need to put together ancient skills with modern knowledge, traditional materials and techniques with advanced technical solutions, old structures and contemporary needs. Therefore they have to consider not just plain building consolidation and restoration activities, but also the introduction of efficient services that allow a life aligned to contemporary standards. Local masons need to be included in the processes as precious guardians of the historical know-how and be trained to use local products in a more efficient way.

Efforts should be done in order to enhance the development of a local micro-production of new building elements (i.e. double palm trunk beams, lime, adobe bricks, etc.) to avoid the import of external (and often incompatible!) materials that bring no real technical improvement and generate an impoverishment of the local identity. 🏠