GUÍA: CRITERIOS DE INTERVENCIÓN Y CONSERVACIÓN SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO DE CANARIAS Y CABO VERDE

SOS TUR MAC

PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficiencia de los recursos

SOS TUR MAC

MAC 2014-2020 Cooperación Territorial

Interreg
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
EUROPEAN UNION

Esta publicación forma parte del proyecto europeo SOSTURMAC, co-financiado por el programa INTERREG MAC 2014-2020 (http://www.mac-interreg.org/), dentro de su 1ª Convocatoria en el Eje Estratégico 4 "Conservar y proteger el medio ambiente y promover la eficiencia de los recursos". Su contenido es responsabilidad de los socios del proyecto y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea. Ni la Comisión Europea ni otra persona actuando en su nombre es responsable del posible uso de la información que contiene esta publicación.

Título: Guia "Criterios de intervención y conservación sostenible del patrimonio arquitéctonico de Canarias y Cabo Verde" Proyecto SOSTURMAC (Año 2019)

Coordinador de la edición:

ITER - Instituto Tecnológico y de Energías Renovables. Contacto: Polígono Industrial de Granadilla, s/n. 38600. Granadilla de Abona. S/C de Tenerife. www.iter.es
difusión@iter.es

Resto de Entidades Participantes:

AIET - Agencia Insular de Energía de Tenerife, Fundación Canaria
CICOP - Fundación Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio
DNA - Direção Nacional do Ambiente (Ministério da Agricultura e Ambiente)
IPC - Instituto de Patrimonio Cultural
UNICV - Universidade de Cabo Verde
INIDA - Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário
CMSF - Câmara Municipal de São Filipe. Ilha do Fogo
PNF - Parque Natural de Fogo

Este documento se enmarca en la actividad 2.1.2: "Establecimiento de criterios de intervención y restauración arquitectónica sostenible en el patrimonio" del proyecto SOSTURMAC, que persigue promover actuaciones sostenibles que pongan en valor el patrimonio natural y arquitectónico de Canarias y Cabo Verde, favoreciendo su conservación y proporcionando valores añadidos a su oferta de turismo sostenible y científico. Su difusión por terceros contribuiría a aumentar su eficiencia, por lo que puede ser reproducido y distribuido libremente, en su totalidad o en parte, siempre y cuando se cite la autoría del mismo por parte del Proyecto SOSTURMAC (PCT-MAC 2014-2020) y se trate de usos no comerciales.

Las fotografías empleadas en esta guía han sido realizadas bajo el marco del proyecto SOSTURMAC o cedidas por los técnicos D.Armas y J.Izquierdo. Las fotografías procedentes de otras fuentes están especificadas en las mismas.

Otra documentación del proyecto está disponible en http://sosturmac.iter.es/

GUÍA: CRITERIOS DE INTERVENCIÓN Y CONSERVACIÓN SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO DE CANARIAS Y CABO VERDE

Patrimonio Arquitectónico

Eficiencia Energética y Energías Renovables

SOSTURMAC

Interreg
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

EUROPEAN UNION

MAC 2014-2020
Cooperación Territorial

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **5**

CONTEXTO CLIMÁTICO Y GEOGRÁFICO **7**

PATRIMONIO: LA ARQUITECTURA VERNÁCULA DE CANARIAS Y CABO VERDE **9**

- Materiales y sistemas constructivos 9
- Tipología y organización 13

PRINCIPIOS BÁSICOS DE BIOCLIMATISMO DE ESTA ARQUITECTURA TRADICIONAL **22**

- Principales factores climáticos 22
- Técnica constructiva y comportamiento bioclimático 23

LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO **29**

- Marco Teórico 29
- Criterios de intervención en el patrimonio arquitectónico 32

METODOLOGÍA GENERAL DE INTERVENCIÓN **34**

- Análisis 34
- Proyecto 40
- Puesta en obra 40
- Uso y Mantenimiento 41

METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA **42**

- Análisis, caracterización energética 42
- Criterios de intervención para la eficiencia energética 48
- Medidas de mejora 49
- Instalaciones y equipos 50

MARCO NORMATIVO **62**

- Patrimonio 62
- Energía 62

GLOSARIO **63**

BIBLIOGRAFÍA **65**

SITIOS WEB **68**

INTRODUCCIÓN

Las similitudes entre los archipiélagos Canario y Caboverdiano son inmensas, tanto a nivel geográfico —islas volcánicas atlánticas al noroeste de África, en la Macaronesia— como histórico. Ambas regiones fueron y son piezas clave del colonialismo europeo y especialmente ibérico, cuya impronta define la mayor parte de los ejemplos de patrimonio cultural de los que se dispone actualmente. Las condiciones climáticas de ambos archipiélagos —cálidas y con gran riqueza de fuentes de energía renovable— son muy positivas de cara a la sostenibilidad del parque edificado. Condiciones que, por otro lado, atraen presiones externas de extrema intensidad como el turismo de masas y con él el desarrollismo y la especulación, que afectan directamente al paisaje y al patrimonio cultural de estos territorios y sociedades isleñas de alta fragilidad.

El patrimonio arquitectónico es uno de los valores clave que posee una sociedad para conectar con sus raíces. Supone un testimonio viviente de la historia de los pueblos, un enlace con sus orígenes, tradiciones y costumbres —su pasado— que permite poner en contexto el presente —su identidad— y sirve de cimiento para construir el futuro.

De cara a este futuro, amenazado gravemente por el cambio climático, la UE establece objetivos hasta 2020 para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las medidas a aplicar consisten en la reducción del consumo energético en todos los campos, incluyendo el de la arquitectura, sector que se estima genera un 40% de la demanda de energía total en Europa (Energy Performance of Buildings Directive (EPBD2) 2010/31/EU), por lo que la actuación a este nivel es perentoria.

Para garantizar la conservación del patrimonio edificado y su sostenibilidad, se hace indispensable su adaptación a los usos y exigencias modernos, entre los que la eficiencia energética juega un papel crucial. En muchos casos estas exigencias chocan directamente con la preservación de los valores de carácter patrimonial. El reto está en encontrar un compromiso que equilibre la conservación del patrimonio con su sostenibilidad energética; que permita la adaptación al presente y garantice su futura supervivencia, pero no a expensas del pasado.

A la hora de abordar el reto de establecer una metodología de intervención sostenible, basada en la eficiencia energética y adaptada al ámbito concreto del patrimonio arquitectónico de Canarias y Cabo Verde, se hace necesario definir cuáles son las características específicas que diferencian a esta arquitectura patrimonial de las del resto del mundo. Cuando se estudia la historia de la arquitectura de estos territorios se aprecia un punto de inflexión a principios del siglo XX —coincidente con la segunda revolución industrial, la generalización del petróleo como combustible y con ello el inicio de la globalización— en el que cambia el paradigma de la arquitectura que se practicaba hasta entonces —la arquitectura vernácula y tradicional— para dar paso a la arquitectura moderna y contemporánea, cambio que dura hasta nuestros días.

Esta arquitectura vernácula y tradicional se caracteriza por estar adaptada al medio isleño, supeditada a éste, y construida con materiales locales de manera artesanal. Esta lógica constructiva dio lugar a una arquitectura específica y propia de ambos archipiélagos —y del resto de la Macaronesia— con un comportamiento bioclimático bastante eficiente. Con la industralización aparece una arquitectura academicista y estandarizada, basada en modelos globalizados y construida con materiales importados y manufacturados industrialmente —ladrillo silicocalcáreo y cerámico, prefabricados, cemento, hormigón, acero, etc.—. Esto da lugar a unas edificaciones que ya no están supeditadas a las condiciones ambientales locales, sino que responden a corrientes globales. Esta lógica constructiva es la base de la arquitectura globalizada que se practica desde principios del s. XX hasta hoy.

Ambas corrientes arquitectónicas dieron lugar a obras con gran valor cultural, muchas de ellas catalogadas como patrimonio. Sin embargo, para el propósito de esta guía, entendiendo que la mejora de la eficiencia energética aplicada a los sistemas constructivos y materiales de la arquitectura moderna es un campo ampliamente estudiado, se hace hincapié en la arquitectura vernácula y tradicional por las particularidades que la hacen autóctona de Canarias y Cabo Verde —Macaronésica— y su comportamiento bioclimático.

Los criterios de intervención en el patrimonio cultural están bien definidos y establecidos internacionalmente, así como las actuaciones en materia de mejora de la eficiencia energética de los edificios de construcción moderna. Sin embargo, en el ámbito de la arquitectura de construcción tradicional —que supone la gran mayoría del catálogo de patrimonio arquitectónico— a pesar de existir numerosos estudios y publicaciones internacionales, todavía hay muchas dudas sobre el rendimiento energético original y tras la aplicación de las diferentes medidas de mejora. De las numerosas publicaciones que abordan la intervención energética en el patrimonio —en su mayoría aplicadas al clima mediterráneo y del centro de Europa— se constata que no existen soluciones generales ni mucho menos aplicables a todos los edificios.

Esta guía pretende servir como herramienta de trabajo y divulgación de criterios de conservación y mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad del patrimonio arquitectónico, con especial hincapié en la arquitectura vernácula y tradicional de los archipiélagos de Canarias y Cabo Verde. Se destina a los diferentes agentes involucrados en el proceso de intervención y restauración del patrimonio; principalmente arquitectos, arquitectos técnicos, ingenieros, restauradores, diseñadores, constructores, etc. Pero también a los propietarios y gestores de edificios patrimoniales, administraciones y usuarios finales de los mismos.
Atendiendo a la normativa aplicable, se analizan las soluciones técnicas, los valores culturales y los requerimientos de confort de los usuarios para encontrar el equilibrio indispensable entre su necesaria adaptación de cara a la lucha contra el cambio climático y su conservación de cara al futuro.

Este documento forma parte de la Actividad 2.1.2 del proyecto SOSTURMAC "Revalorización sostenible del patrimonio natural y arquitectónico y desarrollo de iniciativas turísticas bajas en carbono en Canarias y Cabo Verde" (MAC/4.6c/115), cuyo objetivo general es promover actuaciones sostenibles que pongan en valor el patrimonio natural y arquitectónico de ambas zonas de actuación, favoreciendo su conservación y proporcionando valores añadidos a su oferta de turismo sostenible y cultural. Participan en el proyecto tres instituciones canarias: el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER), la Agencia Insular de Energía de Tenerife (AIET) y el Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (CICOP); y cinco caboverdianas: la Dirección Nacional do Ambiente (DNA), el Instituto de Património Cultural de Cabo Verde (IPC), el Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA), la Universidade de Cabo Verde (UNICV), la Cámara Municipal de São Filipe (CMSF) y el Parque Natural de Fogo (PNF).

CONTEXTO CLIMÁTICO Y GEOGRÁFICO

Las Islas Canarias y de Cabo Verde son archipiélagos africanos que forman parte del grupo archipielágico atlántico de la Macaronesia. Su situación en el Océano Atlántico les confiere unos rasgos climáticos comunes cuyas particularidades se deben principalmente a las diferencias de latitud y relieve de las diferentes islas.

Canarias se encuentra entre los 27º y 29ºN y Cabo Verde entre los 14º y los 17º N, al norte y sur del trópico de Cancer (23,5º) respectivamente. Esta situación —subtropical en el caso canario y tropical en el caso caboverdiano— y la cercanía al continente, del que los archipiélagos se separan 95 y 500 km respectivamente, debería producir un clima muy caluroso y desértico como prolongación del Sáhara y el Sahel, amplificado por la acción de masas de vientos cálidos y secos —Siroco y Harmatán— y cargados de polvo en suspensión. Sin embargo, las características climáticas de ambos archipiélagos se diferencian notablemente de las áreas vecinas más cercanas en África por la acción combinada de varios factores, principalmente la corriente de Canarias, el viento Alisio y el anticiclón de las Azores.

La corriente de Canarias

Es un fenómeno de circulación oceánica que desplaza agua fría procedente del norte que va calentándose a medida que se acerca al sur, a su paso por los archipiélagos. Este agua cálida de la superficie se ve desplazada por el efecto del viento Alisio, con lo que facilita el ascenso del agua fría proveniente de mayor profundidad, fenómeno conocido como "upwelling". Estas aguas frías suavizan las temperaturas y proporcionan un clima templado, en contraste con el del continente, pero al enfriar el aire también impiden el ascenso de la humedad necesaria

Paisaje de la sequía, Boa Vista, Cabo Verde (izquierda), Foto: Ó. Suárez;
Gran Canaria, Canarias (derecha).

El Alisio

Es una corriente de aire que circula desde las zonas frías de altas presiones del norte del hemisferio hasta el Ecuador, en sentido NNE—SSO a su paso por ambos archipiélagos. Se trata de un viento frío, **cargado de humedad marina, que al encontrarse con las caras norte de las islas de mayor relieve —más de 1.000 m de altitud—** descarga la humedad por el fenómeno conocido como "lluvia horizontal". Además, el fenómeno de **inversión térmica**, una diferencia de dirección, temperatura y humedad entre el Alisio inferior —hasta los 1.500 m— y el superior, más seco y ligero, producen el efecto conocido como "mar de nubes": la acumulación de aire húmedo en esa cota por el bloqueo del Alisio superior, que al no poder ascender más **se condensa y produce precipitaciones y humedad significativa en las vertientes norte de las islas más altas.** Es por este motivo que las vertientes norte de las islas (a barlovento) son en general más verdes, frescas y húmedas que las vertientes sur (a sotavento), áridas, secas y calurosas.

Mar de nubes, La Palma, Canarias.

El Anticiclón de las Azores

Es una zona de baja presión localizada principalmente sobre el archipiélago que le da nombre, cuya presencia proporciona estabilidad climática. Este fenómeno fluctúa durante las diferentes estaciones, situándose en invierno más cerca de Canarias, con lo que aleja la trayectoria del Alisio y la sitúa sobre Cabo Verde. Debido a su influencia, el Alisio, que afecta durante todo el año, tiene una incidencia e intensidad estacional, mayor en los meses de invierno en Cabo Verde y en los meses de verano en Canarias.

En resumen, los climas canario y caboverdiano son el resultado de la conjunción de varios factores comunes que, en función de la latitud y orografía de cada isla, generan una gran variedad y contraste climáticos a muy pequeña escala, con grandes diferencias incluso a nivel insular. Es lo que se conoce como microclimas.

Vertiente NO de Santo Antão, Cabo Verde.

Boa Vista, Cabo Verde. Foto: Ó.Suárez.

Norte de Gran Canaria, Canarias.

Lanzarote, Canarias.

PATRIMONIO: LA ARQUITECTURA VERNÁCULA DE CANARIAS Y CABO VERDE

Atendiendo al poblamiento y colonización de Canarias podemos diferenciar entre arquitectura precolonial —la realizada por los antiguos canarios— y colonial, fruto de la influencia castellana y portuguesa posterior a la conquista. Se trata de un caso singular, puesto que hoy en día se conserva gran parte de la arquitectura de los primeros pobladores del archipiélago: casas y cuevas de habitación, espacios sagrados, arquitectura agrícola, etc. Es especialmente significativa la arquitectura troglodita —excavada en la tierra—, con infinidad de ejemplos a lo largo del archipiélago, de los que muchos continúan en uso, adaptados, fusionados y transformados en mayor o menor medida con la arquitectura posterior.

En Cabo Verde, al no existir poblamiento continuado y significativo previo a la colonización portuguesa, la arquitectura comenzó con la importación de sistemas y estilos de las zonas de origen de los colonos, especialmente provenientes de Madeira[1] , con influencias de las diferentes culturas africanas de las poblaciones esclavizadas traídas del continente.

En ambos casos (así como en los archipiélagos de Azores y Madeira), la arquitectura colonial se importó e implantó, si bien reinterpretada y adaptada en función de los condicionantes impuestos por la realidad isleña: geográficos, materiales, climatológicos, culturales, económicos, etc., dando lugar a construcciones que, si bien se diferencian en mayor o menor grado entre archipiélagos e incluso entre zonas de las diferentes islas, conservan patrones comunes a nivel estilístico, formal y constructivo que permiten hablar de una arquitectura Macaronésica. [2]

• Materiales y sistemas constructivos

La elección materiales de la arquitectura tradicional de la Macaronesia y concretamente en el caso de Cabo Verde y Canarias, está totalmente condicionada por la dura naturaleza física de las islas y, en la mayoría de los casos, la precariedad económica de sus habitantes. Desde las edificaciones más humildes excavadas en la roca hasta las grandes iglesias en piedra volcánica, madera y cal, los constructores de las distintas épocas aprovecharon los recursos inmediatamente disponibles y adaptaron las formas de construcción tradicionales, heredadas de sus continentes de origen —África y Europa—, a las condiciones geográficas y climáticas particulares de las islas.

La piedra

El material predominante es, de manera inevitable dado el origen geológico de ambos archipiélagos, la **piedra volcánica**, aplicada en **muros de mampostería y sillería** con diferentes grados de labrado y aparejos, a junta seca o con diferentes morteros a base de tierra y cal y ripios. Se realizan muros de gran espesor —desde aproximadamente 30 cm a varios metros en algunos casos—, rematando las esquinas con piedras de mayor tamaño.
En ellos se practican huecos de diferentes dimensiones, para lo que se emplean dinteles de madera, cuando no piedras de suficiente dimensión en horizontal o arcos de piedra.
En la **arquitectura troglodita Canaria,** la roca volcánica es el medio en que se practica la sustracción que da lugar a cuevas habitables, para lo que se seleccionan estratos y áreas de material blando, maleable y compacto: tobas, lapilli, pumitas, ignimbritas, etc.

[1] Fernandes, J.M. (1992)

[2] *ídem*

Mampostería de piedra seca, Boa Vista, Cabo Verde.

Mampostería de piedra seca y ripios, Gran Canaria, Canarias.

Sillería de piedra, Lanzarote, Canarias.

Viviendas excavadas en la roca, Gran Canaria, Canarias.

La cal

Por su abundancia en muchas de las islas de ambos archipiélagos, este material se elabora y emplea de manera generalizada. Los muros se elaboran empleando **morteros** con diferentes proporciones de cal mezclada con tierra, y sus exteriores, interiores y cubiertas planas se recubren con **enlucidos** de cal. El **agua de cal** se emplea como revestimiento final en paredes y en algunos casos en las vigas de madera, dadas sus propiedades higiénicas y antixilofágicas.

Enlucido de cal, Boa Vista, Cabo Verde.

La madera

Si bien existen contados ejemplos de edificaciones hechas enteramente de este material en las islas Canarias occidentales, la realidad del paisaje árido que caracteriza a las vertientes sur de todas las islas y a especialmente a las islas orientales hizo que la madera siempre fuese un bien escaso.

Forjados

Se emplean vigas y tablones de maderas de distinta procedencia en función de la disponibilidad —tea, barbuzano, moral, cedro, sabina, etc.— en áreas boscosas de Canarias, a la palmera, tarajal, maguey en zonas secas, así como el cocotero o el espinheiro en Cabo Verde. Aparece también la madera de importación desde el continente africano, de América y Europa, limitada a las edificaciones de clases pudientes.

Forjado de madera, Fogo, Cabo Verde.

Forjado y cubierta de madera, Gran Canaria, Canarias.

Cubiertas

Son predominantemente inclinadas, a cuatro y dos aguas, aunque también aparecen cubiertas planas que dominan en las Canarias orientales —Lanzarote y Fuerteventura—, donde apenas se registran precipitaciones. Las estructuras de cubierta son de entrevigado de madera en las planas y a par e hilera o par y nudillo en las inclinadas, en ocasiones forradas con astillas, hojas de palmera, cañas y otros elementos vegetales sobre los que se dispone un recubrimiento final. Éste es comúnmente de teja curva de barro cocido “portuguesa”, de paja u hojas de palmera, de tablas en islas con abundancia de maderas y también de torta de barro, este último sistema más limitado a Canarias, al igual que las cubiertas de lajas o piedra basáltica.

Cubierta de estructura de madera y roca volcánica, Lanzarote, Canarias.

Cubierta de estructura de madera con recubrimiento de astillas, Gran Canaria, Canarias.

Cubiertas de estructura de madera de cocotero y recubrimiento de paja y hoja de cocotero, Boa Vista, Cabo Verde.

Cobertura de teja portuguesa, Lanzarote, Canarias.

Cobertura de hoja de palmera trenzada, Santiago, Cabo Verde.

Carpinterías

Además de en de **puertas y ventanas,** la madera se emplea de manera generalizada en **solados, balcones, barandillas y galerías.**

Balcón y escalera de madera, Lanzarote, Canarias.

Galería de madera, Fogo, Cabo Verde.

Ventanas y contraventanas de madera, Lanzarote (izquierda) y Tenerife (derecha), Canarias.

• Tipología y organización

Atendiendo a los diferentes usos, podemos diferenciar entre cuatro tipos de arquitectura patrimonial: **Civil y doméstica, religiosa, militar, auxiliar o productiva.**

Arquitectura civil y doméstica

La arquitectura doméstica es la más abundante, arraigada y extendida. Es el resultado de la sabiduría popular aplicada al medio y determinada por las necesidades y recursos de la mayoría, y como tal tiene un valor importante. En función de la localización y relación con el entorno y las edificaciones circundantes, podemos diferenciar entre arquitectura doméstica rural y urbana.

Rural

La vivienda precolonial en Canarias

La **cueva de habitación** canaria es la primera arquitectura del archipiélago. Aparece en laderas, riscos y lugares donde el material es excavable con las herramientas líticas de las que disponían los antiguos canarios, frecuentemente partiendo de una cueva o covacho natural que luego se amplía hacia el interior mediante excavación o hacia el exterior con la adición de muros de piedra. De planta variable, es común una distribución cruciforme, con el espacio central de estar/distribuidor y las habitaciones excavadas en los extremos. También se excava el mobiliario, como nichos o alacenas, y el interior se divide con paneles de madera, textiles o fibras vegetales. Aparece la ornamentación con frisos y motivos geométricos pintados en paredes y techos. La entrada de las mismas suele ser parte de la excavación al abierto, y en muchos casos se emplean muros de piedra seca como cerramiento.

Tras la colonización del archipiélago la cueva de habitación permanece en uso como tal durante siglos. Con el paso del tiempo y los cambios sociales, muchas se abandonan en favor de la arquitectura colonial y adquieren funciones secundarias como refugio para el ganado. Sin embargo, en la mayoría de ocasiones y principalmente en núcleos consolidados, la vivienda se amplía hacia el exterior añadiendo un cuerpo de construcción moderna, con lo que la cueva se transforma en una más de las habitaciones de una vivienda terrera de mayores dimensiones.

"La cueva fue una de las primeras construcciones populares usadas con especial incidencia en el agro canario, sobre todo en Gran Canaria, Tenerife y La Palma. El empleo como hábitat de la cueva natural y artificial, además de la reutilización de las dejadas por los aborígenes, se prolongó hasta el presente gracias a sus favorables condiciones térmicas, amplitud de espacio, escaso valor económico y, en algunos casos, la marginación social de sus grupos de usuarios, tal como sucede en la actualidad con algunos nuevos trogloditas caracterizados por ser gente de escasos recursos." (Quintana, 2008)

Las viviendas en superficie, de las que queda únicamente testimonio arqueológico, son construcciones de poca altura construida con muros de piedra seca en las que predominan las plantas cuadradas, rectangulares y también circulares. El espacio interior se excava, de manera que queda por debajo del nivel de entrada, y la distribución es frecuentemente en planta cruciforme, siendo uno de los brazos la entrada y el resto habitaciones. La cubierta es de hojas de palma sobre la que se aplica una torta de barro a modo de impermeabilización y sobre ésta una cubierta de lajas.

Casas-cueva ampliadas por el exterior, Gran Canaria, Canarias.

Poblado troglodita, Gran Canaria, Canarias.
Foto: M. Serrano.

Casas-cueva, Gran Canaria, Canarias.

Casa-cueva, La Gomera, Canarias.

La vivienda colonial

La vivienda del ámbito rural surgida tras la colonización en Canarias y Cabo Verde es de influencia mayoritariamente portuguesa en ambos archipiélagos (Fernandes). De forma y distribución muy variables entre las diferentes regiones, se caracteriza, en líneas generales, por geometrías ortogonales, cuerpos rectangulares que aparecen aislados, conectados o agrupados con mayor o menor regularidad. Es frecuente la disposición de estos cuerpos en relación a un patio que articula las circulaciones entre estancias de distinto uso —dormitorio, cocina, horno, corral, etc.—.
En función de la capacidad económica de sus habitantes, la vivienda rural es de una o dos plantas, con tejados a cuatro y dos aguas y altura libre considerable, aunque en determinadas zonas domina la cubierta plana. Es destacable la importancia del aljibe como sistema de recolección de agua en las islas más secas. En general, la vivienda rural destaca por su simplicidad y carencia de ornamentación. Aunque sigue parámetros estilísticos y tradicionales, su existencia se basa puramente en la funcionalidad.

La **vivienda rural de las clases populares** suele desarrollarse en diferentes cuerpos de planta baja rectangular de pequeñas dimensiones, conectados a través de un patio. Los interiores tienen bastante altura libre en comparación a las dimensiones de planta y aparecen poco divididos, con tabiques y en ocasiones elementos textiles y de fibras vegetales que no llegan hasta el techo.
La cocina aparece separada del dormitorio y dentro de ella o anexo por el exterior, el horno. El suelo es de tierra apisonada o piedras. Destaca la poca profusión de huecos de ventana y puerta y su escaso tamaño

Viviendas rurales populares, La Gomera, Canarias.

Viviendas rurales populares, Brava, Cabo Verde.

En la **vivienda rural de las clases pudientes** aparece la segunda planta, conectada a través del patio por escaleras de piedra o madera, que se emplea con mayor profusión en varandas, galerías, balaustradas y balcones, además de portones y ventanas de mayor superficie. Suele desarrollarse en cuerpos de mayores dimensiones y planta rectangular, cuadrada, en forma de L o U.
El interior de los cuerpos principales tiene gran altura libre y aparece dividido en diferentes estancias, en las que puede estar incluida la cocina con el horno u hogar en su interior y chimenea.

Vivienda rural de clase pudiente con horno anexo, Lanzarote, Canarias.

Vivienda rural de clase pudiente, Brava, Cabo Verde.

Urbana

La vivienda urbana aparece inserta en la trama de calles y edificaciones. Siempre en función de la capacidad económica de sus habitantes, se desarrolla en vertical, con dos y tres plantas y cubiertas mayoritariamente inclinadas a dos y cuatro aguas. Su situación en la ciudad la expone en mayor medida a modas y tendencias, por lo que, aparece la ornamentación en huecos y fachadas y una mayor variedad formal y volumetrías irregulares con torres y miradores. Las aberturas de puerta y ventana son amplias y profusas, así como el uso de balcones decorados en fachada.

1 2 3

Viviendas urbanas de clase popular, sin ornamentación (1: Lanzarote, Canarias)
(2 y 3: Boa Vista, Cabo Verde) Foto 2: Ó.Suárez.

Viviendas urbanas ornamentadas, Lanzarote y Tenerife, Canarias.

Viviendas urbanas de dos y tres plantas, Fogo y Santiago, Cabo Verde.

Arquitectura religiosa o espiritual

El patrimonio arquitectónico de carácter religioso en ambos archipiélagos es muy abundante y varía tipológicamente en función de la importancia, tamaño y uso del edificio. En Canarias existen diversos tipos de construcciones religiosas precoloniales —templos y cuevas sagradas, marcadores astronómicos, aras de sacrificio, etc.—, además de las del período colonial en ambos archipiélagos. Así, de la época colonial encontramos diferentes escalas de templos cristianos: capillas, ermitas, iglesias; y por otro lado conventos de diferentes órdenes religiosas. En el caso de los templos, la riqueza ornamental es proporcional al tamaño e importancia del edificio.

Los espacios sagrados de los antiguos canarios

Conocidos en algunas islas como almogarén o efequén, son edificaciones de planta circular, excavadas en la roca o construidas mediante muros de piedra seca, a veces concéntricos, o piedras hincadas en el terreno. En cuevas de carácter sagrado, de construcción similar a las de habitación y en otras construcciones, aparece la ornamentación con grabados y pinturas que en muchos casos tienen carácter funcional, como en las cuevas y edificaciones empleadas como marcadores astronómicos

Cueva Nº 6, Risco Caído, Gran Canaria, Canarias.

Necrópolis del Maipés, Gran Canaria, Canarias.

De la arquitectura colonial:

Las capillas, generalmente anexas a viviendas de la clase pudiente, son construcciones sencillas de planta cuadrada y cubierta inclinada a dos o cuatro aguas. Se construyen en mampostería y se revisten con mortero de cal. La ornamentación es mínima, destacando en algunos casos la portada de piedra.

Las ermitas, pequeños templos rurales, son edificios exentos de planta rectangular y cubierta inclinada a dos o cuatro aguas, construidos en mampostería de piedra y revestidas con mortero de cal. Consisten en una única nave que en ocasiones crece con la adición del

presbiterio y pequeñas naves laterales. Aparecen los contrafuertes como refuerzo estructural. La ornamentación se limita a portadas y arcos de piedra y en algunos casos se observan espadañas, campanarios y artesonados en las cubiertas de madera.

Ermita en Lanzarote, Canarias.

Ermitas en Maio, Santiago y Boa Vista, Cabo Verde.

Las **iglesias** son templos de grandes dimensiones que surgen como evolución natural de las ermitas o construidos ex-novo. Consisten en diferentes naves, comúnmente tres, con capillas a ambos lados y presbiterio al fondo, separados por arcadas de piedra y contrafuertes. Se construyen en mampostería y sillería, que en muchas ocasiones se deja vista, sobre todo en fachada. Las cubiertas son de madera, en ocasiones labrada con artesonados de mayor o menor riqueza, o abovedadas, sustentadas por pilares de piedra. Aparecen las torres campanario, en uno o ambos lados de la fachada, que se decora con diferentes niveles de ornamentación con piedra labrada en función de la importancia de cada edificio.

Iglesia en Agüimes, Gran Canaria, Canarias.

Iglesia de Maio, Cabo Verde.

Los **conventos** son complejos de grandes dimensiones que incluyen uso doméstico, religioso, productivo y otros, articulados en múltiples dependencias conectadas por patios interiores o claustros. Construidos en muros gruesos y altos de mampostería y cubiertas de tejas a dos y cuatro aguas, su nivel de ornamentación varía en función de factores como la orden religiosa a la que pertenecen. Son profusos en piedra labrada empleada en claustros, portadas, arcos y huecos de ventana; y artesonados de madera como las capillas y ajimez.

La **arquitectura funeraria** precolonial canaria consiste en cuevas y covachas naturales, localizadas generalmente en las zonas más altas de los riscos, y también necrópolis al aire libre, donde los cuerpos se enterraban mediante túmulos hechos de piedras o lajas, con mayor o menor complejidad y dimensiones en función de la categoría del difunto.
En Canarias y Cabo Verde, con la llegada de los europeos, aparece el cementerio cristiano, generalmente consistente en un espacio amurallado con muros de mampostería de piedra en el que los cuerpos se entierran en ataúdes bajo tierra.

Arquitectura Militar

Las edificaciones militares son de las primeras construcciones erigidas con la invasión de Canarias y colonización de Cabo Verde. Aparecen tipos diferentes en función de sus características defensivas —**muros, castillos, fuertes, torres, etc.**—, principalmente cerca del mar, cuyas características comunes son su construcción con muros de piedra masivos, de gran espesor y sin encalar en la mayoría de los casos; aberturas pequeñas y estrechas —saeteras—, torreones defensivos y de vigilancia en esquina y campanarios de alarma.
En Canarias existen varios ejemplos de muros **defensivos** del período precolonial, de gran espesor y construidos en piedra seca.

Fortificaciones militares coloniales, Lanzarote, Canarias.

Torre del Conde, La Gomera, Canarias.

Edificaciones Auxiliares

Existen múltiples ejemplos de patrimonio arquitectónico/industrial tanto del período precolonial —agadires o graneros fortificados excavados en la roca, taros y torretas de refugio y vigía, salinas y maretas, etc.— como colonial —molinos, hornos de cal, lagares, batanes, corrales, pozos, salinas, ingenios azucareros, etc.— salpicados por las diecisiete islas de ambos archipiélagos. Su construcción, al igual que en el resto de arquitecturas, tiene en común el uso de la piedra volcánica disponible en los alrededores y de la madera, local o importada en función, como siempre, de los recursos disponibles.

Graneros o agadires precoloniales, Gran Canaria, Canarias.

Lagar canario, Gran Canaria, Canarias.

Horno de cal, Cabo Verde. Foto: Ó.Suárez.

Corrales de animales en Maio, Cabo Verde.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE BIOCLIMATISMO DE ESTA ARQUITECTURA TRADICIONAL

Como se vio en los apartados anteriores, la arquitectura tradicional de ambos archipiélagos se basa en la adaptación al medio natural, el aprovechamiento de los materiales disponibles en el entorno inmediato y su empleo con escaso grado de transformación, según sistemas constructivos sencillos, con plena consciencia de las condiciones climatológicas particulares y el terreno.

Aplicada a los diferentes diseños y tipologías, esta tradición constructiva da lugar a espacios habitables con condiciones climáticas y de confort que generalmente se adaptan muy bien al uso original para el que fueron concebidos, con los condicionantes ambientales del lugar y según el grado de exigencia de la época. Sin embargo, las exigencias de confort para los modos de vida y usos actuales son mayores tanto para uso residencial como público o laboral, y suelen exigir cambios que en muchos casos, sobre todo si no existe un correcto análisis de las condiciones particulares de cada edificio, pueden repercutir negativamente en su comportamiento bioclimático original, así como en su salud y su consumo energético.

• Principales factores climáticos

La **radiación solar** es de gran trascendencia para el comportamiento bioclimático de un edificio, al que afecta de forma directamente proporcional el nivel de incidencia. A diferencia de la arquitectura contemporánea, donde predominan espacios abiertos, grandes fachadas y huecos independientemente del clima del lugar, las arquitecturas tradicionales de lugares cálidos tienden a orientarse para ofrecer espacios de sombra y la menor superficie posible a la irradiación solar. Los huecos son pequeños, protegidos con persianas o contraventanas y se orientan para evitar una excesiva entrada de sol. En climas fríos se busca lo contrario, la orientación hacia el sol y los huecos grandes para permitir la entrada de radiación.

El **agua** en sus diferentes manifestaciones determina sobremanera tanto las condiciones de confort interiores como el funcionamiento bioclimático del edificio y juega un papel importante en su **durabilidad**. Por un lado, los niveles de vapor de agua en el aire interior de los edificios afectan a la salubridad y comodidad de los habitantes. Una humedad excesiva en condiciones calurosas produce sensación de bochorno mientras que, en condiciones frías, genera una sensación de frío excesivo. Asimismo, los niveles altos de humedad interior pueden generar mohos y deteriorar la fábrica del edificio.
Por otro lado, el agua en forma líquida afecta al exterior de los edificios por infiltraciones fruto de las lluvias y a los cimientos por ascendencia capilar, fenómenos que desencadenan procesos patológicos y deterioro.

El **viento** afecta tanto al confort desde el punto de vista térmico como de calidad del aire interior. La incidencia del aire sobre el exterior de los edificios contribuye a la pérdida de calor de los muros, mientras que su circulación por el interior ayuda a refrigerarlos, efectos deseables en climas cálidos pero no en climas fríos. A su vez, la adecuada ventilación es necesaria para mantener la salubridad del espacio interior y regular los niveles de humedad.
La fuerte influencia del viento Alisio, omnipresente en ambos archipiélagos durante todo el año, se aprecia en la arquitectura caboverdiana y canaria, cuya tendencia generalizada es a resguardarse del mismo bien sea aprovechando la morfología del terreno, la orientación, volumetría y localización de los edificios o limitando la cantidad y tamaño de huecos y aberturas a barlovento.

• Técnica constructiva y comportamiento bioclimático

La envolvente térmica

La envolvente térmica se define como la "piel" del edificio, la frontera entre el interior y el exterior. La constituyen los cerramientos: muros, cubiertas y suelos, que actúan como barrera contra las inclemencias del tiempo y protegen el espacio interior. En el comportamiento climático de un inmueble, la envolvente térmica es de vital trascendencia, pues de su eficiencia depende la cantidad de calor y humedad que entra y sale del edificio. La capacidad de absorción y transmisión del calor y la estanqueidad de los cerramientos son las propiedades a evaluar para la interpretación energética del edificio.

Paredes

La práctica totalidad de edificios de esta arquitectura vernácula se caracteriza por el gran espesor de sus muros de piedra, argamasas de cal y tierra y rebecos de cal. Estas paredes tienen una gran inercia térmica, tardan en calentarse y enfriarse, lo que permite que en condiciones exteriores de calor el interior se mantenga fresco durante más tiempo y viceversa. Además, la aplicación de morteros y aguas de cal en sus caras permite que la pared sea transpirable, de manera que absorbe la humedad (interior y exterior) y no dificulta su evaporación hacia el exterior.

Comportamiento térmico

Uno de los puntos más importantes para definir la caracterización térmica de un muro es conocer su transmitancia térmica U (W/m²K). Este valor indica la capacidad que tiene el muro, como suma de sus diferentes materiales, para transmitir el calor entre sus caras exterior e interior. En el caso de un muro tradicional de fachada fabricado en piedra volcánica con argamasa de tierra y cal y de espesor medio ± 50 cm, la transmitancia es alta.

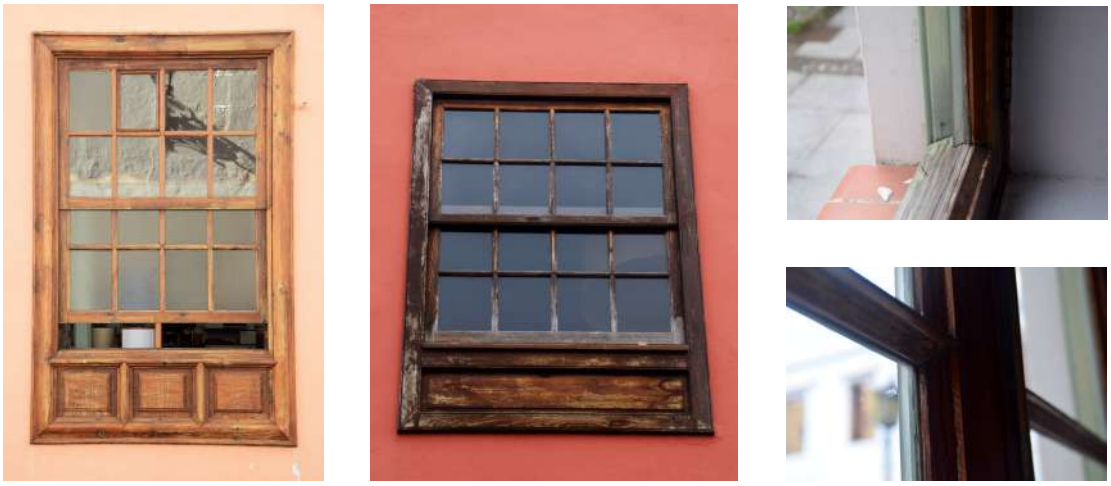
Muro de mampostería de piedra de construcción tradicional, La Gomera, Canarias.

Huecos

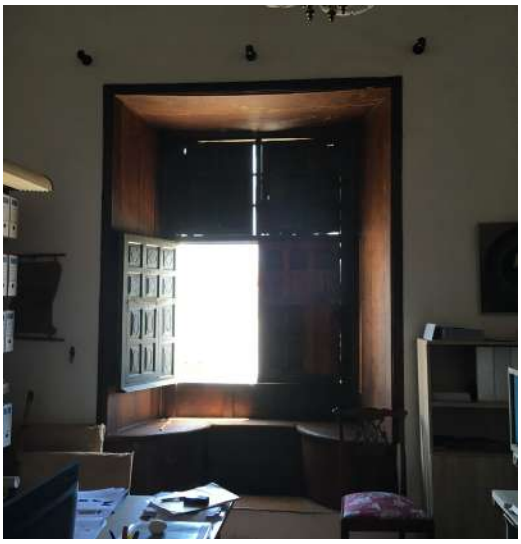
Los huecos son un elemento crítico del edificio en términos de confort (ganancia y pérdidas de calor), higiene (humedad, moho) y estanqueidad, y representan un reto para la envolvente térmica. Los sistemas de ventana de edificios de construcción tradicional y los materiales con que están construidas las hacen muy poco eficientes para el comportamiento térmico.
Marcos de madera finos y grandes paneles de vidrio simple sin protección solar, suponen una protección mínima ante la entrada de luz y calor. Esto es favorable en climas fríos pero desfavorable en climas cálidos, por lo que las aberturas de ventana suelen ser de reducidas dimensiones o disponer d elementos de control solar. A la vez, por su poca estanqueidad, permiten que se escape el aire interior cálido y húmedo, lo que es positivo a nivel de humedad pero indeseable térmicamente en climas fríos. Es principalmente por este motivo que los edificios de construcción tradicional en los climas fríos de las islas tienen peores condiciones de confort que en climas cálidos.
El empleo de elementos de control solar, como hojas de persiana, contraventana, cortinas, vegetación, galerías o voladizos, permiten tamizar o directamente bloquear la radiación solar, permitiendo o no el paso del aire según el diseño.

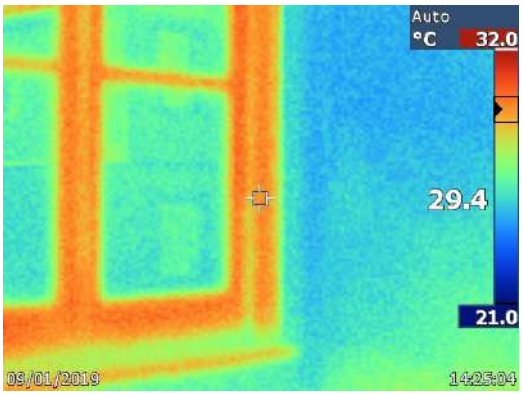
Comportamiento térmico

La transmitancia térmica de los huecos de ventana se calcula sumando las transmitancias de cada material —vidrio y marco de madera—, en función del porcentaje que cada uno ocupa de la superficie de la ventana. En casos como las ventanas de edificios históricos, el pequeño espesor del vidrio (< 4 mm), su gran superficie y la construcción tradicional de los marcos de madera, resultan en valores de transmitancia altos.



Ventanas de construcción tradicional en Tenerife, Canarias.





Diferencia de temperatura entre una ventana y muro de construcción tradicional.

Desajustes y falta de estanqueidad en una ventana de construcción tradicional en Lanzarote, Canarias.

Cubiertas

Los diversos tipos de cubierta de las construcciones tradicionales tienen comportamientos climáticos variados en función de su masa y estanqueidad.
En los edificios de menos recursos, como las viviendas de la clase popular y edificios públicos menores, como las ermitas, las cubiertas suelen ser poco estancas, de manera que el aire cálido y húmedo ascendente del interior se escapa por los huecos entre las tejas, madera, paja o palma y otras fibras vegetales que las suelen conformar. A su vez, la poca masa que aportan estos materiales hace que, sin la ventilación adecuada, la transferencia de calor del exterior sea muy alta. En el caso de las cubiertas de barro y lajas, la masa es superior y por tanto la inercia térmica, de manera que ayuda a amortiguar los cambios de temperatura del exterior.
En construcciones más complejas, como las casas de clases pudientes y edificios religiosos de mayor importancia, aparecen cubiertas con artesonados de madera, falsos techos que generan una cámara de aire que amortigua las variaciones de temperatura entre la envolvente de cubierta y el espacio interior.

Artesonado de madera, Lanzarote, Canarias.

Cuabiertas poco estancas en dos ermitas, Maio, Cabo Verde.

Casas-cueva

Las construcciones excavadas del archipiélago canario son quizás las que mejor funcionan bioclimáticamente, puesto que la gran masa de roca que las rodea minimiza las variaciones térmicas del interior y mantiene la estabilidad térmica con temperaturas interiores cercanas a la media anual del aire exterior. La humedad presente en el terreno y generada con el uso de la vivienda hace que sea indispensable la ventilación suficiente y continuada del interior. Ésta suele estar garantizada por la localización habitual de las cuevas, en lo alto de la ladera solana de los riscos, y su diseño original, con aberturas hacia la fachada y carpinterías poco estancas que permiten la buena circulación de aire por el interior. [3]

[3] Martínez, L. (2017)

Viviendas excavadas en la roca, Gran Canaria, Canarias.

El interior

El comportamiento climático de las construcciones se ve influido no sólo por los agentes climáticos exteriores a través de las paredes, huecos y cubiertas que conforman la envolvente térmica, sino también por las características geométricas, materiales y de uso de su espacio interior. La permeabilidad de las superficies interiores, la altura de los espacios y su compartimentación son los parámetros de diseño que más influyen en el comportamiento bioclimático del edificio.

Altura libre

En el interior de los edificios, el aire caliente, menos denso, asciende hacia el techo mientras que el frío, de mayor densidad, se mantiene cerca del suelo. Este fenómeno, conocido como estratificación, es positivo térmicamente en climas cálidos, pues favorece que los ambientes se mantengan frescos a nivel de usuario, pero negativo en climas fríos, donde se agradece que el aire se mantenga cálido. La estratificación juega un papel importante en la renovación del aire interior, en climas cálidos se busca la salida del aire caliente y su sustitución por aire frío creando aberturas en la parte superior de los edificios.

En general, los diferentes tipos de arquitectura patrimonial de ambos archipiélagos tienden a las grandes alturas libres de los espacios interiores, amplificadas con cubiertas inclinadas, en relación a las dimensiones en planta. La poca altura libre del interior de las casas-cueva no permite la estratificación, con lo que la renovación de aire se realiza por presión diferencial desde la fachada.

Interiores de viviendas (rehabilitadas) con altura libre considerable, Lanzarote, Canarias.

Interior de vivienda (rehabilitada) con altura libre considerable, Santiago, Cabo Verde.

Compartimentación

Cuanto mayor división de los espacios interiores, mayor diversidad de condiciones climáticas en el interior del edificio, con lo que afectan menos las variaciones que se produzcan en cada recinto al total del espacio. Si el espacio está poco dividido las condiciones serán más uniformes y las variaciones desde el exterior al interior a través de la envolvente térmica afectarán de manera generalizada.
Las viviendas tradicionales de la clase popular suelen estar poco compartimentadas, con lo que las condiciones climáticas del ambiente interior son generalizadas. Las de la clase pudiente, de mayores dimensiones, suelen estar más divididas en diferentes estancias y con paredes de mayor entidad, lo que produce que haya diferencias sustanciales entre las distintas habitaciones.

Interiores de diferentes cuevas de habitación (en estado de abandono), Gran Canaria, Canarias.

Compartimentación original (negro) y moderna (verde) en varios edificios patrimoniales de una misma manzana, Tenerife, Canarias.

LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

A la hora de intervenir sobre un bien patrimonial o "lugar", debemos tener en cuenta que no se trata sólo de la propia materia o "fábrica" del edificio, también influye su contexto: dónde se emplaza, aquello que lo rodea, su historia, los usos y tradiciones vinculados, el significado que tiene para la población, los cambios a lo largo del tiempo, etc. Es indispensable estudiar en profundidad desde todos los puntos de vista posibles para entender las especificidades del lugar, aquello que lo hace único y digno de conservar: el valor del patrimonio cultural.

• Marco Teórico

El concepto de significación

"Cargadas de un mensaje espiritual del pasado, las obras monumentales de los pueblos continúan siendo en la vida presente el testimonio vivo de sus tradiciones seculares. La humanidad, que cada día toma conciencia de la unidad de los valores humanos, los considera como un patrimonio común, y de cara a las generaciones futuras, se reconoce solidariamente responsable de su salvaguarda. Debe transmitirlos en toda la riqueza de su autenticidad."

ICOMOS — La Carta de Venecia

Son numerosas las publicaciones internacionales tanto de profesionales y académicos como institucionales abordando el problema de la intervención en el patrimonio cultural. En concreto, los documentos elaborados por el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) son la fuente oficial que define en qué consiste el concepto de patrimonio cultural y las directrices para su salvaguarda.

A la hora de determinar el valor del patrimonio cultural, la Carta de Burra (ICOMOS, 2013), establece normas de práctica para los diferentes agentes involucrados en las intervenciones en el patrimonio cultural y define la significación cultural como la suma de los diferentes valores intrínsecos en el lugar: valor estético, histórico, científico, social o espiritual para las generaciones pasada, presente y futura. La significación cultural reside en el lugar propiamente dicho, en su fábrica, entorno, uso, asociaciones, significados, registros, lugares y objetos relacionados. Los lugares pueden tener un rango de valores para diferentes individuos o grupos.

Valor estético

Se refiere a la componente sensorial y perceptual que p roduce un lugar. Esto es, la manera en que respondemos a aspectos visuales y no visuales como sonidos, olores y otros factores que tienen gran impacto en nuestros pensamientos, sensaciones y actitudes. Son cualidades estéticas el concepto e ideales de belleza formal, que están influenciados culturalmente.

Valor histórico

Incluye todos los aspectos de la historia, por ejemplo: la historia estética, del arte y arquitectura, científica, espiritual y social. Por eso normalmente es un valor que subyace en el resto. Un lugar puede tener valor histórico porque ha influenciado o ha sido influenciado por un hecho histórico, fase, movimiento o actividad, persona o grupo de personas. Puede ser el lugar de

un hecho importante. En cada lugar la significación será mayor en la medida en que la prueba o asociación de este hecho sobreviva en el lugar, o donde el escenario esté sustancialmente intacto que donde haya sido cambiado o no quede prueba. Sin embargo, algunos hechos o su asociación pueden ser tan importantes que el lugar mantiene su significación sin importar el cambio o la falta de pruebas.

Valor científico

Se refiere al contenido de información de un lugar y su habilidad para revelar más sobre un aspecto del pasado a través del estudio o investigación del lugar, incluyendo el uso de técnicas arqueológicas. El valor científico relativo de un lugar probablemente dependa de la importancia de la información o datos involucrados, su rareza, calidad o representatividad y su potencial para aportar más información importante sobre el lugar o un tipo o clase de lugar, o para responder preguntas importantes de investigación. Para establecer este potencial puede ser necesario llevar a cabo algún tipo de ensayo o muestreo. Por ejemplo en el caso de un lugar arqueológico, esto podría establecerse con una excavación de prueba.

Valor espiritual

Hace referencia a los valores y significados intangibles existentes o evocados por un lugar que le dan identidad espiritual, o la sabiduría, artes y prácticas tradicionales de un grupo cultural. El valor espiritual también puede estar reflejado en la intensidad de las reacciones estéticas y emocionales o asociaciones de la comunidad, y ser expresado a través de prácticas culturales y lugares relacionados. Las cualidades del lugar pueden inspirar una respuesta metafísica o emocional fuerte y/o espontánea en las personas, expandiendo su comprensión del por qué y para qué y su lugar en el mundo, en particular en relación al mundo espiritual. El valor espiritual puede ser interdependiente con las características físicas y los valores sociales de un lugar.

Por tanto, a la hora de establecer criterios de intervención y tomar decisiones se ha de ser consciente de lo que supone una alteración o eliminación de cualquier aspecto o valor de vital importancia; cualquier modificación llevada a cabo sin tener en cuenta esta visión global de los valores que definen el carácter del edificio corre el riesgo de desvirtuarlo de forma irreversible.

Grados de intervención

"La conservación se basa en el respeto por la fábrica, uso, asociaciones y significados existentes. Requiere una aproximación a los cambios tan cautelosa como sea necesario, tratando que sean los menores posibles. Los cambios en un sitio no deben distorsionar la evidencia física o de otra naturaleza que el mismo provee, y tampoco deben basarse en conjeturas."

Australia ICOMOS Burra Charter, 2013

Cualquier intervención para adaptar el patrimonio a los estándares de habitabilidad y eficiencia energética contemporáneos implica siempre algún grado de alteración o cambio que puede afectar a la significación cultural del edificio en función del proceso de conservación a aplicar. La Carta de Burra (ICOMOS, 2013) define los siguientes procesos en función del grado de incidencia de la intervención, que dependerá de las circunstancias particulares de cada lugar:

Conservación

El conjunto de procesos de **cuidado de un lugar para la salvaguarda de su significación cultural.**

Se basa en el respeto por la fábrica, el uso y las asociaciones y significados existentes. Requiere una aproximación a los cambios tan cautelosa como sea necesario, tratando de que sean los menores posibles. Debe hacer uso de todo el conocimiento, las experiencias y las disciplinas que puedan contribuir al estudio y cuidado de un lugar.

Mantenimiento

El continuo cuidado y protección de la fábrica y el entorno de un lugar para **evitar su degradación.**
El mantenimiento es de vital importancia para el funcionamiento original del edificio. Las inspecciones regulares pueden ayudar a detectar problemas y procesos patológicos que causen daño material y deterioro en su fase inicial.

Preservación

El mantenimiento de la fábrica de un lugar en su estado existente y **retrasar su deterioro**.
Es apropiada cuando la fábrica existente o su condición constituye evidencia de significación cultural o cuando no se dispone de evidencia suficiente que permita poner en práctica otro proceso de conservación.

Restauración

Devolver a un estado anterior conocido la fábrica existente, eliminando agregados o reagrupando los componentes existentes sin introducir nuevos materiales.
Sólo es apropiada si se tiene suficiente evidencia de un estado anterior de la fábrica y si su aplicación contribuye a devolver su significación cultural sin detrimento para otras partes de la fábrica.

Reconstrucción

Devolver a un estado anterior conocido la fábrica existente introduciendo nuevos materiales.
Sólo es apropiada cuando un lugar está incompleto debido a daño o alteración y siempre que haya suficiente evidencia para reproducir un estado anterior de la fábrica. Debe ser identificable ante una inspección detallada o mediante interpretación adicional.

Adaptación o Rehabilitación

Modificar un lugar para **adaptarlo a un uso diferente del original.**
Sólo es aceptable cuando su impacto sobre la significación cultural del lugar sea mínimo. Debe involucrar el mínimo cambio posible para la fábrica significativa y se debe adoptar sólo después de considerar alternativas.

Obra nueva

Los añadidos al pueden ser aceptables siempre que no distorsionen u oscurezcan la significación cultural del lugar o no desmerezcan su interpretación y apreciación. **Deben ser claramente identificables como tal.**

El correcto y suficiente análisis y estudio previo del edificio, la reflexión y debate multidisciplinar y el conocimiento y aplicación de los criterios de intervención será lo que permita encontrar un **compromiso entre las necesidades actuales y la conservación del patrimonio** que permita elaborar una propuesta o proyecto de intervención sensible y adecuada, basada en uno o varios de estos procesos. La correcta ejecución de los mismos definirá el éxito del trabajo de conservación.

• Criterios de intervención en el patrimonio arquitectónico

Los criterios de intervención en el patrimonio surgen del análisis, el debate y la reflexión teórica y práctica del conjunto **multidisciplinar** de los expertos involucrados en el proceso de conservación patrimonial la a lo largo de la historia. Son un compendio de **parámetros que determinan y acotan los límites a los que debe ajustarse cualquier actuación sobre un lugar patrimonial** para garantizar la conservación de su significación cultural. Como tal, no son subjetivos, no dependen del edificio concreto ni de modas, gustos o ideas personales de los agentes implicados en la intervención (proyectistas, propietarios, obreros, administraciones, etc.) al contrario, **existen, actúan y determinan antes del inicio del proceso de intervención** y lo definen: desde el análisis hasta el cierre de los trabajos y posterior uso y mantenimiento del lugar.

En base a los conceptos de autenticidad y significación, a continuación se establecen los **principios generales que deben guiar cualquier intervención sobre el patrimonio en pos de su conservación** [4] :

Criterio de mínima intervención

El consenso generalizado entre los expertos en la conservación sostenible del patrimonio establece el criterio de mínima intervención como **norma general a la hora de intervenir sobre elementos con significación cultural.** La preferencia por soluciones tradicionales, adaptadas al funcionamiento original de los edificios, el fomento del mantenimiento, de la reparación sobre la sustitución y las soluciones no invasivas, debe guiar cualquier actuación sobre el patrimonio y supone actuar desde el lado de la precaución la conservación y el respeto por los valores culturales.

"La elección entre técnicas "tradicionales" e "innovadoras" debe ponderarse en base a cada caso concreto y se dará preferencia a aquellas que sean menos invasivas y más compatibles con los valores patrimoniales, sin olvidar los requerimientos de seguridad y durabilidad."

ICOMOS Charter - Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage, (2003)

La materia

La realidad física del edificio —su cuerpo— definida por aquellos elementos **materiales** que lo conforman incluyendo su **pátina** —las arrugas y señales adquiridas a lo largo del tiempo—, constituyen l**a imagen visual, el aspecto del edificio** y transmiten todo su carácter al observador.

- **Debe conservarse en la medida de lo posible el aspecto del edificio.** Cualquier cambio debe ser reversible y fácilmente identificable.
- Se utilizará en la medida de lo posible los **materiales, sistemas y técnicas artesanales** de construcción empleadas por los antiguos constructores. Es preferible **reparar** un elemento deteriorado (ej: el enlucido de cal caído de un muro) que sustituirlo por uno de técnica y manufactura moderna (ej: enfoscado de cemento).
- En caso de necesidad de sustitución, los materiales y técnicas a emplear deben ser **compatibles física y químicamente** con lo existente para evitar la generación de problemas y patologías que perjudiquen la integridad de la fábrica, así como **estéticamente**, para conservar el carácter del edificio.
- Los materiales de la arquitectura vernácula están mínimamente procesados y proceden del entorno inmediato. No debe vulnerarse este valor **sostenible y ecológico** con la inclusión de materiales industriales modernos.

[4] Vegas, F. & Mileto, C. (2007)

La estructura

El esqueleto del edificio, definido por aquellos sistemas y elementos que, fruto de la disponibilidad de materiales y las técnicas el saber de la época de construcción, mantienen el edificio en pie.

- **Debe conservarse en la medida de lo posible el material y sistema estructural.** Se empleará en la medida de lo posible los **materiales y sistemas estructurales originales** utilizados por los antiguos constructores, reparando los daños existentes.
- Es **preferible reforzar** un elemento deteriorado (ej: un forjado de madera cedido) **que sustituir** por uno de técnica y manufactura moderna (ej: forjado de hormigón). Los refuerzos no deben restar protagonismo al elemento estructural original.
- En caso de necesidad de **sustitución**, los materiales y técnicas a emplear deben ser **compatibles físicamente** con lo existente para evitar la generación de problemas y patologías que perjudiquen la integridad de la fábrica, así como **estéticamente**, para conservar el carácter del edificio. Debe al menos conservarse el principio estructural.

La función

Para garantizar su pervivencia en los tiempos contemporáneos, los edificios patrimoniales deben **adaptarse a los estándares de uso contemporáneos,** poder usarse y servir un propósito funcional.

- Si el uso de un lugar es de **significación cultural**, la prioridad será mantenerlo.
- Debe estudiarse y razonarse **si el nuevo uso es compatible con lo existente**. Es preferible no actuar que hacer peligrar la integridad física y significación del edificio con un uso inadecuado. La sobrecarga de uso de un lugar patrimonial puede afectar a su significación como tal, además de provocar otros tipos de degradación material. Además, el nuevo uso debe ser **sostenible en función de lo existente**. Debe estar vinculado a las posibilidades de eficiencia del edificio por sus características constructivas y tipológicas y su capacidad de adaptación a las nuevas necesidades.
- Los edificios deben cumplir los estándares de habitabilidad **en la medida de lo posible**.
- Debe procurarse una cierta **flexibilidad de interpretación de la normativa** de acuerdo a las autoridades, partiendo de los condicionantes originales del edificio para no dañar su significación.
- La consolidación del edificio o ruina para su musealización es una solución preferible al abandono si no se consigue adaptar a un uso activo, pero sólo cuando el uso original no sea recuperable.

El entorno

En la práctica totalidad de los casos la arquitectura vernácula está ligada al entorno que la rodea. Es fruto del aprovechamiento de las condiciones naturales y los materiales disponibles en la zona. Su volumetría, proporciones y morfología responden tanto a parámetros estilísticos y tradición arquitectónica como a adaptación y respuesta a las condiciones del entorno.

- **Debe conservarse en la medida de lo posible la relación del edificio con el entorno circundante.**
- Debe conservarse y respetarse en la medida de lo posible **la imagen del entorno**, es decir, el **contexto** en que se encuentra el edificio, que supone una gran parte de su significación.
- En el caso de introducir algún anexo o edificio nuevo en un entorno patrimonial, se debe tender a una integración de volumetría, color y textura que permita pasar desapercibida a esta nueva presencia en el conjunto del asentamiento.

METODOLOGÍA GENERAL DE INTERVENCIÓN

En este capítulo se aborda el proceso de intervención de forma general, como método multidisciplinar que engloba diferentes campos de estudio y puesta en práctica de medidas de conservación[5]. A diferencia de los criterios anteriormente definidos, que son la base sobre la que debe asentarse cualquier actuación destinada a la conservación del patrimonio, **este proceso depende por completo a las condiciones particulares del lugar, pues no todas las soluciones son aplicables a todos los edificios o elementos patrimoniales.** Esto es especialmente cierto en los casos del patrimonio de la arquitectura tradicional de Canarias y Cabo Verde, donde existe una gran variabilidad de condiciones a nivel archipielágico e insular, a pesar de las similitudes geográficas, históricas, culturales, constructivas y arquitectónicas. La metodología de intervención es por tanto un conjunto de acciones **hecho a medida para cada caso** cuyos parámetros se definirán a partir de las especificidades de cada edificio y su contexto: la significación, el clima, el paisaje, el uso, el estado actual, el comportamiento bioclimático, los objetivos, la normativa, la economía, etc.

El proceso de la Carta de Burra

Pasos para la organización y gestión de un lugar de significación cultural

COMPRENDER LA SIGNIFICACIÓN:

1 ENTENDER EL LUGAR:
Definir el lugar y su ámbito de influencia
Investigar el lugar: su historia, uso, asociaciones, fábrica

2 EVALUAR LA SIGNIFICACIÓN CULTURAL:
Evaluar todos los valores empleando criterios relevantes.
Desarrollar un informe de significación

DESARROLLAR LAS POLÍTICAS:

3 IDENTIFICAR TODOS LOS FACTORES:
Identificar las obligaciones derivadas de la significación
Identificar necesidades futuras, medios, oportunidades y límites y estado actual

4 DESARROLLAR LOS CRITERIOS Y METODOLOGÍA

5 PREPARAR UN PLAN DE GESTIÓN
Definir prioridades, medios, responsabilidades y cronograma.
Desarrollar la metodología de actuación

GESTIONAR SEGÚN LAS POLÍTICAS:

6 IMPLEMENTAR EL PLAN DE GESTIÓN

7 MONITORIZAR LOS RESULTADOS Y REVISAR EL PLAN

• Análisis

El proceso se inicia con el análisis multidisciplinar y diagnóstico, que aportará la información y conocimientos necesarios sobre el bien patrimonial, sus necesidades y potencialidades de cara a la intervención. El estudio previo del edificio y su contexto de manera holística, desde el mayor número de enfoques posibles es esencial, pues permite comprender el lugar en su dimensión y de esa manera establecer su significación cultural. Cuanto más amplio el estudio, más informadas serán las decisiones sobre la intervención.

[5] La metodología específica de intervención para la mejora de la eficiencia energética se desarrolla de manera pormenorizada en el capítulo 7.

Áreas de estudio

Clima y entorno

Radiación solar, temperatura, pluviometría, viento, humedad, topografía, relación con el paisaje, implementación, etc.

Análisis tipológico y espacial de la edificación

Composición formal, programa y distribución, elementos arquitectónicos significativos, patios interiores, lleno/vacío, fondo edificatorio, alturas, orientación, plantas sobre/bajo rasante, usos predominantes y distribución en altura, nº de plantas, superficie, fachadas expuestas, etc.

Análisis histórico

Antecedentes históricos, el proyecto original, técnica constructiva, evolución cromática, usos originales, etc.

Análisis constructivo

Estructura, sistemas constructivos, materiales, envolvente térmica (muros, carpinterías, cubiertas, galerías y elementos de sombreamiento), estado actual, lesiones y procesos patológicos, elementos constructivos significativos, etc.

Análisis e interpretación energética

Eficiencia y rendimiento energético, uso actual y potencial, consumos, instalaciones y equipos, comportamiento bioclimático (humedad, aire, luz, calor, sonido), etc.

Una vez recopilada la información necesaria se elabora un **diagnóstico del edificio**, identificando su significación, estado actual, problemas, mejoras potenciales, recursos disponibles, oportunidades, riesgos, objetivos, expectativas de los usuarios, etc. **El proceso de análisis nunca termina, durante el desarrollo de los trabajos pueden surgir nuevas informaciones que pueden influir en las decisiones de la intervención.**

Procesos patológicos habituales

A continuación se enumeran las lesiones y procesos patológicos que se presentan habitualmente en los edificios patrimoniales de la arquitectura vernácula en Canarias y Cabo Verde, generalmente fruto de la edad y la falta de mantenimiento continuado a lo largo del tiempo.

Siguiendo a Broto[6], para afrontar un problema constructivo debemos ante todo conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado. Este conjunto de aspectos es el que conforma el **proceso patológico**. Las **lesiones** son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico. En líneas generales, se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: **físicas, mecánicas y químicas.**

[6] Broto, C. (2008)

LESIONES FÍSICAS

Humedad [7]

- ***Filtraciones***

El agua de lluvia que no encuentra una salida o evacuación suficiente penetra por cualquier fisura y grieta, especialmente en las partes altas de los muros, en encuentros entre muros y cubiertas, canales de desagüe, así como en las cuevas. A su paso erosiona y arrastra material tras de sí, provocando la degradación de la argamasa de unión de las fábricas —y su consecuente pérdida de función estructural— que, por último, se evidencian en su desboque hacia el exterior, dejando lesiones visibles. Además, acelera el proceso de activación, flujo y cristalización de sales del interior del muro, que resulta en eflorescencias. Estas infiltraciones, que llegan a eliminar algunos encalados exteriores, suelen observarse afectando en distinto grado al perímetro de las cubiertas y superficies horizontales, como remates y parafogos, y al techo de las casas-cueva. La causa es una impermeabilización insuficiente unida a la falta de mantenimiento regular. La permeabilidad y las grietas en esas zonas, así como las obstrucciones en el desalojo de agua, ayudan sobremanera al proceso de degradación.

Lesiones síntoma de humedades por filtración, Boa Vista, Cabo Verde. Foto: Estudio Treze.

- ***Ascensión capilar***

Este fenómeno se produce por la tensión superficial del agua, que le permite ascender a través de espacios suficientemente finos —capilares— presentes en el interior de los elementos constructivos. El problema se manifiesta normalmente como una franja oscurecida en las caras interiores y exteriores de los muros en contacto con el terreno, y con áreas de polvo blanquecino —eflorescencia de sales— en zonas más altas. Ataca normalmente primero al encalado —más débil por defecto—, y después a la argamasa de unión y a las piedras del muro en sí mismas. Se hace visible cuando no existe equilibrio hídrico entre el muro y el ambiente adyacente. Este equilibrio sucede si la cantidad de agua que entra por la base del muro es la misma que se evapora. Para ello, debe promoverse la permeabilidad de las caras interior y exterior del muro.

A diferencia de la argamasa de cal empleada como revestimiento de las paredes en este tipo de arquitectura, el mortero de cemento es un material muy poco permeable que no permite la evaporación del agua del interior del muro. Por este motivo, aquellas intervenciones posteriores en las que se empleó este material como revestimiento o adherente de alicatados para tratar de mitigar humedades, enfoscados sin adherencia o enfoscados afectados por lesiones evidentes, tienen justo el efecto contrario al deseado, porque impiden el equilibrio hídrico del muro. La humedad —presente en el terreno o empeorada por la lluvia— que asciende por el interior de los muros enfoscados de cemento, no se evapora correctamente y va activando y haciendo fluir cada vez más los fragmentos de sales del material, acelerando el proceso de degradación y transporte natural de estos elementos sea en sentido ascendente o descendente.

[7] Suárez, Ó. & Armas, D. (2018)

Lesiones derivadas de la humedad. En la parte inferior se aprecian grandes franjas de enlucido dañadas por la humedad de ascensión capilar. Boa Vista, Cabo Verde. Foto: Estudio Treze.

- ***Condensación***

Aparece en la superficie de los cerramientos (superficial) o en el interior de los muros (intersticial) cuando el vapor cálido de agua de los ambientes interiores se desplaza por presión diferencial hacia el exterior. Sin el adecuado equilibrio hídrico y permeabilidad de los muros, puede dar lugar a pudrición en el interior de la fábrica, y mohos y eflorescencias en la superficie.

LESIONES MECÁNICAS

- ***Deformaciones***

Las deformaciones de elementos constructivos están asociadas a procesos patológicos de origen variado. Su aparición tiene relación con la edad y las tensiones estructurales de la edificación, y en muchos casos con problemas derivados de la humedad y agravados por intervenciones posteriores. Los muros de piedra habitualmente sufren abolladura, pandeo por pérdida de resistencia a compresión, desplome o alabeo por el empuje horizontal de las cubiertas sobre la parte superior, mientras que los elementos horizontales, como vigas y cubiertas sufren de flecha por la pérdida de resistencia asociada al envejecimiento.

Deformación de un dintel de madera, Boa Vista, Cabo Verde.

Deformación por empuje horizontal en un muro de piedra, Boa Vista, Cabo Verde
Fotos: Estudio Treze.

- ***Fisuras y grietas***

Los muros de mampostería de piedra de los edificios patrimoniales suelen sufrir de agrietamientos generalmente por pérdida de resistencia del cimiento o del propio muro por lavado de las argamasas derivado de problemas de humedad. Las grietas actúan en toda la sección del muro, mientras que las fisuras son de profundidad superficial, generalmente por retracciones de los encalados, diferencias de material o pérdidas de adherencia.
En el caso de las viviendas excavadas los agrietamientos se producen por sobrecarga, vibraciones, como cuando se construye una carretera sobre ellas; y también por movimientos naturales del terreno como la desecación de la toba o los cambios de temperatura [8].

1

2

3

Fisuras (1 y 2) y grietas (3) de distinto origen, Boa Vista, Cabo Verde. Fotos: Estudio Treze.

[8] Martínez, L. (2017)

- ***Desprendimientos***

Es la caída o desboque hacia el exterior de partes del encalado o revestimiento exterior por la falta de adherencia al mampuesto, generalmente debido al lavado de las argamasas por problemas de humedad, pero también a causa de deformaciones y grietas en el muro. En el caso de las viviendas excavadas pueden producirse desprendimientos por sobrecarga, vibraciones y fracturas del terreno.

Desprendimiento de enlucidos y lavado de argamasas, Boa Vista, Cabo Verde. Fotos: Estudio Treze.

LESIONES QUÍMICAS

- ***Organismos***

La acción biológica sobre los elementos constructivos puede ser animal, vegetal o fúngica. Las aves generan erosión química con sus heces, las termitas roen la madera, el ganado erosiona físicamente los encalados mediante roce, etc. A su vez, el crecimiento de plantas que enraízan en cimientos, muros, cubiertas y canaletas produce agrietamientos y roturas.
Los mohos crecen en presencia de humedad y producen alteraciones químicas sobre las superficies encaladas y pudrición en los elementos de madera.

Crecimiento de mohos en la fábrica, Boa Vista, Cabo Verde. Foto: Estudio Treze.

Crecimiento de planta en la fábrica, Boa Vista, Cabo Verde. Foto: Estudio Treze.

• Proyecto

A partir del diagnóstico del edificio y su contexto se elabora un proyecto de intervención que define las medidas a ejecutar. Es el documento técnico necesario para la obtención de licencias de obra y comprende el desarrollo del proceso de ejecución. Incluirá información gráfica detallada, especificaciones técnicas y cuantificación de manera precisa y clara, para eliminar el mayor número posible de dudas durante la ejecución. En función del grado de intervención, ésta incluirá una o varias de las categorías ya mencionadas: preservación, restauración, reconstrucción, adaptación o rehabilitación y obra nueva [9].

Las medidas a ejecutar dependerán de cuál sea **el objetivo de la intervención**. Esta guía se centra en la **conservación sostenible del patrimonio para su utilización como recurso cultural.** Habitualmente este tipo de intervenciones consisten en la **consolidación del bien patrimonial:** el tratamiento de las lesiones y procesos patológicos presentes; su **adecuación para el uso público**: mejora de la habitabilidad, salubridad, accesibilidad, confort, etc. y la aplicación de soluciones de **mejora de la eficiencia energética**, que se desarrollan con mayor detalle en el capítulo 7.

• Puesta en obra

Una buena ejecución material estudiada, planeada y acompañada es indispensable para el éxito de las medidas propuestas y la conservación del lugar. La buena comunicación entre todos los agentes involucrados en el proceso de conservación —propietarios, técnicos, obreros y administraciones— y su sensibilización con el proceso de conservación, son indispensables para el desarrollo adecuado de la intervención.

Propietarios

La propiedad debe estar sensibilizada con la intervención y ser consciente de la importancia y significación del lugar. Debe comprender los valores del edificio y el beneficio asociado a su conservación y a la aplicación de medidas de mejora de la eficiencia energética (económico, ecológico, de confort, cultural, etc.).

Técnicos

El equipo técnico debe ser multidisciplinar y tener suficiente formación y experiencia en la conservación del patrimonio cultural. Debe ejercer un buen nivel de supervisión para garantizar la correcta ejecución de los trabajos y no perder de vista las posibles pistas que aparezcan durante el proceso y puedan ofrecer información adicional sobre el edificio.
El proyectista deberá aplicar todo su esfuerzo e imaginación para encontrar aquellas opciones dentro de la normativa que menos afecten al edificio en su complexión original. Cuando éstas no sean suficientes, deberá empeñar toda su capacidad de razonamiento para concienciar a las autoridades de la necesidad de conservación de algunas características del edificio, o en convenir un compromiso de conservación con ligeras transformaciones que supla el incumplimiento total de la normativa [10].

[9] véase el apartado Procesos patológicos habituales
[10] Vegas, F. & Mileto, C. (2007)

Obreros

Los trabajadores deben tener suficiente formación, experiencia e interés en trabajos de conservación de patrimonio cultural. Deben estar abiertos a la aplicación de técnicas tanto nuevas como tradicionales y sensibilizados con los objetivos de la intervención.

Administraciones

Los representantes de la administración deben estar adecuadamente informados y sensibilizados con el proceso. La buena comunicación entre estos y el equipo técnico es imprescindible para su sensibiliazación sobre la importancia de la conservación, lo que facilitará su predisposición a la búsqueda de un equilibrio entre las exigencias de la normativa y las soluciones aplicables sin menoscabo de la identidad del lugar.

• Uso y Mantenimiento

Tras la intervención, es fundamental la realización de un programa de mantenimiento simple, claro y efectivo. Este programa deberá asegurar su continuidad mediante la concienciación y compromiso de los propietarios, usuarios y administraciones para que garantice la conservación del lugar el mayor tiempo posible. En algunos casos bastará con pequeñas rutinas llevadas a cabo por los ocupantes o gestores del edificio, como facilitar la ventilación suficiente de los espacios interiores, mantener limpias las canaletas y desagües, etc.; en otros será necesaria la contratación de servicios profesionales.

El mantenimiento puede suponer un coste económico significativo añadido a un proyecto de recuperación para de este modo asegurar todo el trabajo previo. Afrontar este hecho y encontrar las vías para sufragar de forma continua estos costes durante periodos relativamente largos (10 o 15 años) son tan fundamentales como todo proceso anterior a la recuperación de un inmueble.

La evolución y seguimiento del edificio y las intervenciones realizadas determinarán las siguientes acciones para conseguir conservar el edificio en su estado original el mayor tiempo posible. La observación periódica, sistemática, el mantenimiento concertado con visitas de especialistas y preparación previa a los momentos de mayor agresividad meteorológica son garantías de una buena conservación.

Es requisito indispensable que las acciones futuras y toma de decisiones, lecturas de análisis y diagnóstico sean llevadas a cabo por personal formado específicamente en patrimonio cultural, que garantizará la conservación de los valores del edificio y por tanto, la salvaguarda de su significación.

METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El capítulo anterior se enfocaba en definir y estructurar las diferentes fases del proceso de intervención a aplicar sobre cualquier lugar patrimonial. A continuación, en este capítulo, se desarrolla una **metodología específica[11] para la mejora del rendimiento energético en el patrimonio** que nos ocupa. Teniendo en cuenta lo establecido sobre las dificultades a la hora de la intervención que presenta —según su nivel de protección— el patrimonio edificado en general, **el criterio reconocido** a la hora de proponer medidas prácticas para su conservación es el enfoque pormenorizado y ceñido a las particularidades de cada edificio en función de un **profundo análisis multidisciplinar.**

• Análisis, caracterización energética

La **caracterización energética** es una de las áreas de este proceso de **análisis** y diagnóstico del bien patrimonial que **se nutre del resto de áreas de estudio** y que aportará información sobre el **rendimiento energético** y **comportamiento bioclimático** del edificio. Consiste en identificar todos aquellos parámetros y elementos que influyen en su rendimiento para determinar la necesidad de intervención en materia de eficiencia energética y aporta información para evaluar la adecuación de las diferentes medidas aplicables.

Para obtener un perfil lo más preciso posible sobre el comportamiento energético real del edificio, debe abordarse el **análisis de manera sistémica**, que tenga en cuenta todos los factores posibles, su dinámica, complejidad y heterogeneidad y las relaciones de interdependencia entre ellos [12].

FASE 1: Recopilación de información previa

El proceso comienza con la recopilación de la i**nformación proporcionada por el resto de áreas de estudio** (Capítulo 6.1, Análisis) y una **evaluación preliminar de los consumos actuales del edificio, los niveles de confort** y las características y rendimiento de **instalaciones y equipos.**

Consumo de energía
Facturas de al menos un año completo.

Niveles de confort
Encuestas de confort y hábitos a los usuarios actuales.

Instalaciones y equipos
Características y rendimiento de los equipos proporcionada por los fabricantes o según modelos genéricos: Iluminación, agua y acondicionamiento calefacción, refrigeración, ventilación, control de la humedad, etc.).

[11] Esta metodología de intervención se basa en los proyectos europeos 3ENCULT y RENERPATH, que analizan el rendimiento energético mediante ensayos no destructivos y simulación digital de las diferentes condiciones climáticas antes y después de aplicar las mejoras de eficiencia energética.

[12] Esta metodología de caracterización energética está basada en la propuesta por Egusquiza, A. (2010) y el proyecto EdEn "Edificación y Energía", proyecto singular estratégico de Tecnalia.

FASE 2: Monitorización y toma de datos in situ

Ambiente interior y exterior

De manera complementaria a la recopilación de la información multidisciplinar disponible, se estudia in situ el rendimiento energético del edificio en función de las condiciones climáticas exteriores. La cantidad de datos estimada como suficiente para obtener un perfil de comportamiento real del edificio requiere la monitorización durante un año completo o, en su defecto, durante al menos 2 meses en invierno y otros 2 meses en verano, contemplando los siguientes parámetros:

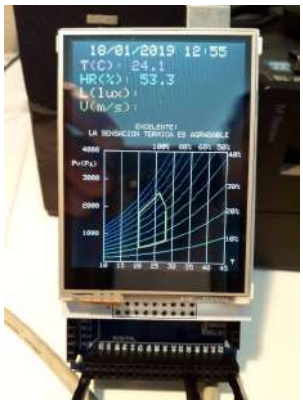
- ***Condiciones ambientales exteriores***

Temperatura, humedad y radiación solar incidente sobre la envolvente en estudio.

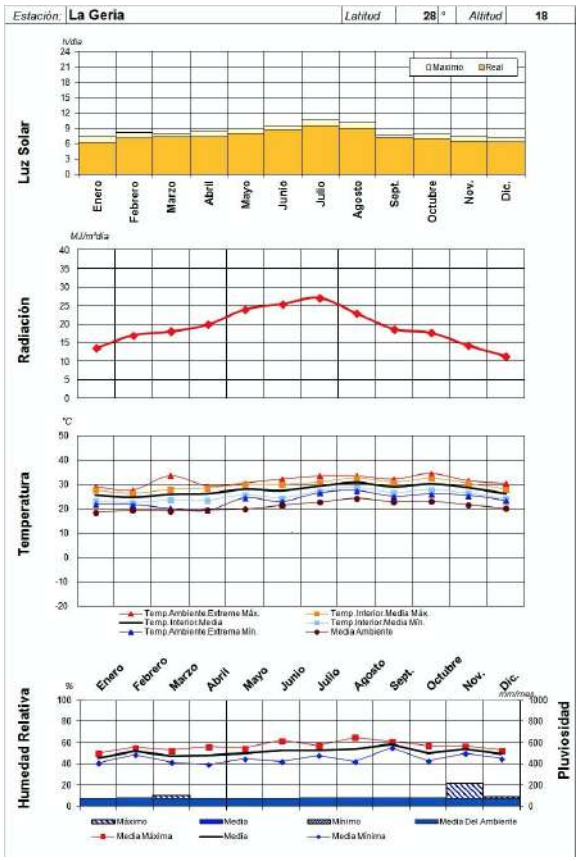
Sensores para medición de las condiciones ambientales exteriores.

- ***Condiciones ambientales interiores***

Temperatura ambiente y humedad relativa en puntos característicos del edificio. La medición de los parámetros ambientales en el interior de los edificios es información fundamental para su caracterización climática, antes y después de aplicar las medidas de mejora. Existe gran diversidad de sensores de medición, de pequeño tamaño y conexión inalámbrica, para analizar los niveles de temperatura, porcentaje de humedad, tránsito de aire y nivel de iluminación.



Equipo de medición de las condiciones ambientales interiores desarrollado por el proyecto SOSTURMAC para el edificio sede de la Câmara Municipal de São Filipe, Fogo, Cabo Verde.



Resultados de las mediciones de las condiciones ambientales interiores y exteriores de una vivienda bioclimática.

- ***Temperaturas superficiales***

Sobre el exterior del edificio y en el interior del mismo, tanto en muros opacos, como en la superficie de huecos.

Rendimiento de la envolvente

A continuación se evalúan las **prestaciones de la envolvente**. Para ello se realizan **pruebas** sobre los elementos arquitectónicos del edificio, que deben ser cuidadosas con la fábrica para no hacer peligrar los valores que conforman su significación cultural. De esta manera, hablamos de **ensayos no destructivos (END)**, mediante diferentes técnicas no intrusivas que aportan información sobre el comportamiento térmico, higrotérmico, de ventilación e iluminación, etc., además de detectar patologías y lesiones ocultas. Existen multitud de técnicas que permiten obtener información sobre la fábrica del edificio, seguidamente se detallan las más habituales para la caracterización energética de la envolvente:

- ***Termoflujometría***

Se utiliza principalmente en muros y carpinterías, para conocer la resistencia térmica y el coeficiente de transmisión de calor (U) de los mismos. Para ello se instalan sensores de temperatura adheridos a ambas caras (interior y exterior) del elemento a analizar, lo más alineados posible, conectados a un equipo de medición que obtiene una lectura y refleja los resultados. Los sensores deben estar protegidos de influencias térmicas que puedan alterar el resultado, como la luz solar directa, lluvia, nieve, etc.

Termografía infrarroja

Permite conocer las diferencias de temperatura de las superficies de los elementos constructivos, incluyendo envolvente térmica y las instalaciones. Para ello se emplean cámaras con sensor de infrarrojos que muestran la distribución de calor de forma visual e intuitiva mediante un gradiente de colores. Con esta representación pueden detectarse además zonas de pérdida de calor, como puentes térmicos e infiltraciones de aire; zonas húmedas, áreas de gran transmitancia térmica y zonas con pérdidas de adherencia de enfoscados.

Análisis termográfico de un muro y ventana de construcción tradicional, Tenerife, Canarias.

- ***Índice de reflectividad***

Empleando un escáner láser puede obtenerse una representación gráfica mediante un gradiente de colores que indica el índice de reflectividad de las superficies de los elementos constructivos analizados, principalmente paredes. Las diferencias de reflectividad de un punto a otro permiten detectar zonas con alta humedad que pueden escaparse al examen visual.

- ***Análisis de infiltraciones***

Conocido como "Blower door test", este ensayo permite conocer el nivel de estanqueidad de la envolvente térmica de los edificios, esto es, la permeabilidad a las infiltraciones de aire. Mediante la instalación de un sistema estanco y ventilador en un hueco de puerta o ventana controlado, se procede a despresurizar y presurizar una o varias estancias y se mide el flujo de aire en las diferentes condiciones. Esta técnica puede combinarse con la termografía infrarroja para ayudar a la detección de zonas de infiltración de aire o puentes térmicos porque el paso del aire frío hace estas zonas más visibles para el sensor infrarrojo.

- ***Georadar***

Esta tecnología, muy empleada en estudios geotécnicos, permite obtener información sobre el interior de los materiales y elementos constructivos, como espesores y diferentes capas de muros y cubiertas, presencia de metales, grietas, vacíos, pérdidas de adherencia de morteros, etc. Además permite diferenciar zonas de humedad en el interior.

- ***Parametrización teórica***

En algunos casos la obtención de los datos in situ puede ser difícil o no disponerse de la tecnología adecuada, para lo que existen bases de datos con las características de diferentes materiales y elementos constructivos tipo que pueden emplearse para la modelización y cálculo del comportamiento energético del edificio.

Sin embargo, en el caso de los materiales y elementos constructivos de la arquitectura de construcción tradicional de Canarias y Cabo Verde, el rendimiento térmico no está suficientemente estudiado. Las bases de datos disponibles, como las del Código Técnico de la Edificación (CTE), se centran en elementos constructivos homogéneos de la arquitectura contemporánea frente a los tradicionales, compuestos por mezclas heterogéneas de distintos materiales.

De esta manera, para la parametrización de cada elemento se hace necesario estimar en qué

porcentaje existe cada uno de los materiales que lo forman. Por ejemplo, en el caso de un muro tipo de mampostería de piedra basáltica con argamasa de cal y tierra y enlucido de cal, habrá que estimar el porcentaje de cal y tierra del mortero, el porcentaje de éste y de piedra en el muro y calcular las resistencias térmicas de cada material con los datos disponibles. Una vez caracterizados todos los materiales en su proporción dentro de cada elemento constructivo, se calcula la resistencia térmica del mismo. Este proceso puede aplicarse tanto a muros como cubiertas y carpinterías de la envolvente térmica[13].

Consumo eléctrico
Se realiza una monitorización continua a través de un sistema de adquisición de datos conectado al contador de la compañía eléctrica. En caso de que el edificio analizado disponga de calefacción o refrigeración eléctrica, esta medida permite relacionar las temperaturas medidas con la cantidad de energía aportada para lograrlas.

Instalaciones y equipos
Las instalaciones —agua, electricidad— y equipos de acondicionamiento —refrigeración, calefacción, deshumidificación, ACS, bombeo, etc.— deben inspeccionarse para evaluar su rendimiento: fugas y pérdidas, aislamiento, posible regulación y control, temperaturas de consigna, régimen de funcionamiento, etc.

- ***Iluminación***

Se realiza una prospección de las luminarias instaladas y se inventaría su número, potencia, horas de uso, controles, etc. Además, se determinan los niveles de iluminación natural y artificial de las estancias mediante luxómetros para evaluar la adecuada proporción de la potencia instalada.

FASE 3: Simulación energética

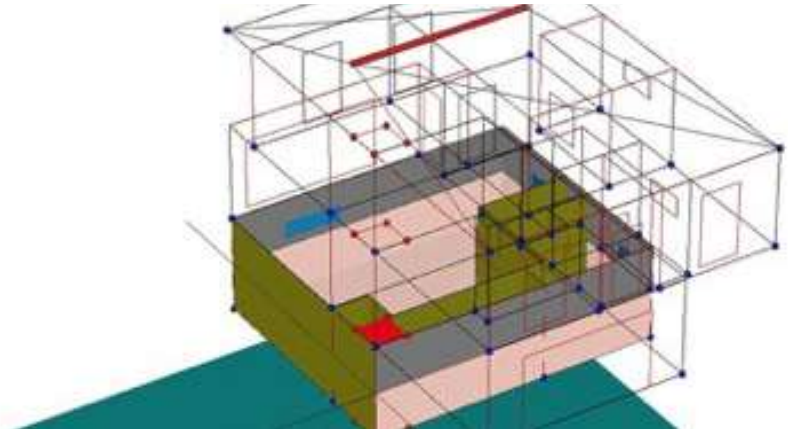
La suma de los datos recopilados durante las fases anteriores permite **obtener un modelo** sobre el que evaluar con precisión el comportamiento energético actual y potencial del edificio. Existen diversas aplicaciones informáticas que permiten realizar esta evaluación y ensayos mediante **simulación dinámica** a partir del modelado digital del inmueble[14]. Se trata de herramientas muy útiles porque realizan **cálculos en función de las diferentes condiciones climáticas a lo largo del año, los diferentes usos y el efecto que puede tener la aplicación de medidas de eficiencia energética.** El proceso de simulación se estructura generalmente de la siguiente manera:

Datos climáticos
En primer lugar se realiza una georreferenciación del modelo y se establecen las condiciones climáticas del lugar, bien mediante librerías preparadas en los diferentes programas o mediante la importación de datos externos.

Definición geométrica
Se realiza un modelado 3D del edificio en cuestión y se determinan los diferentes espacios interiores y exteriores.

[13] En López, M. (2018) se realiza la caracterización de diferentes materiales y elementos constructivos tipo de la arquitectura tradicional de Lanzarote, que pueden servir de referencia general extrapolable a un gran número de edificios tradicionales de ambos archipiélagos.

[14] Algunas de estas herramientas son: PHPP – Passive House Planning Package, Energy Plus, DesignBuilder, DOE y TRNSYS.



Modelización 3D de un edificio para su simulación energética.

Características de la envolvente
Se definen los materiales y elementos constructivos que conforman la envolvente térmica, determinando su comportamiento térmico bien mediante la introducción de datos de forma manual o aprovechando las librerías de materiales de las que disponen la mayoría de programas.

- ***Muros, forjados y cubiertas***

Se tiene en cuenta el espesor y el orden de las distintas capas que conforman el paramento.

- ***Huecos***

Se tiene en cuenta el porcentaje de superficie total del hueco que ocupan el marco y el acristalamiento, se definen los materiales, espesores y características técnicas de los mismos: si disponen de rotura de puente térmico, múltiple acristalamiento, factor solar y transmitancia térmica de los vidrios, permeabilidad, etc.

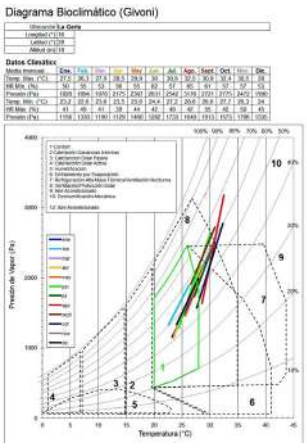
- ***Elementos de sombra***

Se definen los elementos singulares de sombreamiento: Pérgolas, galerías, voladizos, etc.

Características de los equipos
Se define el número y tipo de los diferentes equipos y sistemas, su potencia y sus características de consumo.

Cálculo
Se ejecuta el cálculo de los diferentes parámetros.

Evaluación de resultados
A partir de los resultados de cálculo se realiza una evaluación del comportamiento actual del edificio y se compara con parámetros de confort objetivos establecidos para cada localización: Humedad, temperatura del aire, calidad del aire, iluminación, ruido [15].



Gráfica de Givoni, evaluación de resultados de la monitorización de una vivienda bioclimática.

[15] Dentro de las metodologías manuales de parametrización del confort de manera global es destacable el diagrama de B. Givoni.

Identificación de mejoras
En función de la comparativa entre el rendimiento calculado y los parámetros de confort establecidos, se diagnostica la relación entre la eficiencia energética y las condiciones de habitabilidad y se identifican los puntos débiles para proponer intervenciones de mejora.

Iteración
El proceso de simulación energética se repite de forma iterativa aplicando las mejoras identificadas, siempre acordes con el resto de criterios de intervención sostenible del patrimonio, de forma que se pueda analizar su efecto combinado sobre el comportamiento del edificio y evaluar su adecuación en materia de eficiencia energética hasta dar con un resultado satisfactorio.

• Criterios de intervención para la eficiencia energética

El proceso de análisis y caracterización energética del bien patrimonial aporta un diagnóstico de las potencialidades de sostenibilidad del edificio y tiene como resultado la identificación de medidas aplicables para reducir el consumo de energía. Estas medidas se evalúan dentro del proceso de análisis multidisciplinar y en función de los criterios de intervención en el patrimonio arquitectónico para determinar su nivel de adecuación.

Desde el punto de vista concreto de la intervención para la eficiencia energética, se establecen los siguientes criterios para la determinación de las medidas de mejora aplicables[16]:

Optimización del consumo energético

Rendimiento de los sistemas
Valor U de los materiales empleados
Mejora del comportamiento energético
Utilización de energías renovables

Viabilidad

Es necesario asegurar que las soluciones y medidas planteadas sean viables desde el punto de vista económico, técnico y normativo:

- ***Viabilidad económica***

Coste inicial de la inversión
Retorno de la inversión
Coste de mantenimiento
Análisis coste-beneficio

- ***Viabilidad técnica***

Coherencia y compatibilidad con el comportamiento energético de la edificación tradicional
Facilidad de instalación
Mínima molestia al usuario

- ***Viabilidad normativa***

[16] Egusquiza, A. (2010)

• Medidas de mejora

Esta propuesta metodológica aporta una relación de las diferentes áreas de intervención y medidas técnicas y materiales más empleadas en el campo del patrimonio que puede ser de ayuda de cara a implementar medidas de eficiencia energética en los edificios patrimoniales. Estos métodos serán más o menos adecuados según las circunstancias y particularidades de cada edificio y la disponibilidad de tiempo y medios tecnológicos y económicos. Además, debe tenerse en cuenta que la influencia de cada medida aplicada tendrá consecuencias sobre el comportamiento energético general, por lo que se tendrá en cuenta las relaciones de interdependencia entre las distintas soluciones[17]. Su nivel de adecuación y viabilidad serán acotados y determinados por el proceso de análisis multidisciplinar.

Siguiendo a Pickles y McCaig[18], las áreas a intervenir para la mejora de la eficiencia energética son **el uso del edificio, las instalaciones y equipos, la fábrica y el suministro de energía.** Estas cuatro áreas proporcionan oportunidades para ahorrar energía y así reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

El uso

La definición del uso adecuado en relación al potencial y limitaciones del edificio en materia de eficiencia energética y habitabilidad es un factor principal a tener en cuenta en la conservación de su interés patrimonial, entre otros múltiples factores que se evalúan durante todo el proceso de análisis. Requiere la descripción y evaluación de los usos presente, histórico y futuro o potencial del edificio [19].

- ***Determinación de usos adecuados***

La manera en que se usa el edificio repercute sobremanera en su eficiencia energética. A partir del análisis multidisciplinar y la caracterización energética se determina qué tipos de uso son adecuados a las características del edificio sin afectar negativamente a su valor patrimonial, teniendo en cuenta las mejoras aplicables en materia de eficiencia energética y habitabilidad exigibles. Esto permite decidir posibles cambios de uso, relocalización de los mismos entre diferentes estancias del edificio y proponer nuevas funciones para edificios sin uso actual.

- ***Sensibilización de los usuarios***

Los usuarios y gestores del edificio deben estar involucrados en la mejora del rendimiento energético. Debe fomentarse la educación del usuario y su motivación y concienciación sobre las ventajas del ahorro energético. Practicar un uso responsable, minimizar el consumo de energía y evitar el despilfarro son medidas que pueden conseguirse modificando los hábitos de consumo y también conociendo y aprovechando el funcionamiento bioclimático innato del edificio. Por ejemplo, en lugares fríos, aprovechar las horas de luz para permitir el calentamiento por ganancia solar abriendo persianas y cortinas. En lugares cálidos, permitir la ventilación natural mediante la apertura de puertas y ventanas para refrigerar los espacios interiores, limitar la ganancia solar manteniendo las persianas cerradas, etc.
En el caso de la arquitectura excavada, la ventilación natural continuada es indispensable para el buen funcionamiento higrotérmico de la casa-cueva y evitar la aparición de mohos por condensación.

- ***Mantenimiento***

Debe concienciarse a los usuarios del edificio de la importancia del mantenimiento continuado, ya sea por sus propios medios o mediante la contratación de profesionales, para garantizar el correcto funcionamiento de las partes del edificio y prolongar su durabilidad y rendimiento.

[17] Egusquiza, A. (2010)
[18] Pickles, D. & McCaig, I. (2017)
[19] AENOR (2018)

Por ejemplo, la ventilación adecuada de espacios que corran peligro de concentración de humedades, la limpieza de desagües y canaletas para evitar obstrucciones que den lugar a acumulación y filtraciones de aguas, etc.

• Instalaciones y equipos

Los hábitos de vida y exigencias de confort actuales suelen requerir apoyo activo sobre las condiciones pasivas de los edificios tradicionales. Además de la mejora del confort, en determinados casos se requerirá mantener unas condiciones climáticas determinadas para la propia conservación del edificio y su contenido, como en el caso de museos, archivos, bibliotecas y salas de exposición que contengan objetos de valor patrimonial. Si las instalaciones —agua, electricidad— y aparatos empleados —ventiladores, aire acondicionado, calefacción, iluminación, deshumidificación, calentadores de agua, bombeo, etc.— no son eficientes en su funcionamiento y adecuado su uso, generan enormes consumos.

Instalaciones

- **Reparación y/o sustitución**

Las pérdidas por ineficiencia de las instalaciones de agua y electricidad pueden reducirse con el mantenimiento regular de las canalizaciones —para evitar fugas, goteos, etc.— o su sustitución. Puede tratarse intervenciones complicadas en los casos en que las canalizaciones estén situadas intramuros, pues requeriría roturas de la fábrica.
En caso de sustitución, la medida más práctica y menos invasiva con la fábrica es la instalación de canalizaciones vistas, pues no requiere prácticamente de alteraciones en los paramentos. El impacto visual de estas soluciones debe evaluarse y estudiarse para su minimización, empleando materiales como recubrimientos textiles de líneas eléctricas o tuberías metálicas, atendiendo además a las normativas de seguridad.

Equipos [20]

El empleo de equipos electrodomésticos y de acondicionamiento más eficientes, con sistemas modernos de control del consumo, y aparatos de bajo consumo es fundamental para reducir el gasto energético.

- ***Calefacción y ACS:***

Según el IDAE[21], la calefacción y el agua caliente sanitaria son los servicios que más energía consumen en una vivienda media, llegando a representar un 46% en el caso de la calefacción —en climas fríos— y un 21% en el de agua caliente.

Uso responsable
No deben superarse las temperaturas de confort —por encima de los 21ºC durante el día y 17ºC durante la noche— e incluso puede mantenerse la calefacción apagada durante la noche y no encenderla hasta haber ventilado las estancias. Cuando no vaya a habitarse el recinto durante algunas horas, reducir el termostato a 15ºC. Además, realizar el mantenimiento de los equipos para su buen funcionamiento.

Sustitución por equipos eficientes
Puede estudiarse la sustitución de los aparatos antiguos poco eficientes por equipos con mejor rendimiento y la instalación de sistemas inteligentes, como termostatos digitales que permiten controlar la temperatura y las horas de funcionamiento.

[20] Galindo, M.; García. R.; Pérez, J. (2013)
[21] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Ministerio para la transición ecológica, Espana.

- ***Refrigeración:***

En las zonas de clima cálido de Canarias y Cabo Verde, si no se consigue el aprovechamiento de las condiciones bioclimáticas originales de los edificios, las necesidades de refrigeración son importantes durante los meses de verano.

Uso responsable

Utilizar el aire exterior para climatizar durante la noche, regular la temperatura a no menos de 25ºC, usar ropa fresca en verano, etc. Además, realizar el mantenimiento de los equipos para su buen funcionamiento.

Sustitución por equipos eficientes

Puede estudiarse la sustitución de los aparatos antiguos poco eficientes por equipos con mejor rendimiento y la instalación de sistemas inteligentes, como termostatos digitales que permiten controlar la temperatura y las horas de funcionamiento.

- ***Iluminación:***

La iluminación artificial en edificios patrimoniales depende del uso al que estén destinadas sus distintas estancias y tiene efectos sobre la estética de los ambientes interiores. El empleo de equipos eficientes de iluminación debe estudiarse a conciencia para adecuarse todo lo posible a las exigencias de uso y conservación para no perjudicar la significación cultural de los espacios interiores. Puede conseguirse buenos resultados utilizando luminarias con diseños respetuosos y similares a los tradicionales.

Uso responsable

El mayor ahorro energético en iluminación se obtiene apagando las luces cuando se abandonan las estancias. Además, aprovechar la luz natural todo lo posible, adecuar el nivel de iluminación a las necesidades de la sala y limpiar las luminarias para aprovechar toda su capacidad.

Sustitución por lámparas eficientes

Ofrecen para un determinado nivel de luz ahorros energéticos hasta del 80 % y tienen una duración aproximadamente 10 veces mayor que las convencionales. Las más indicadas son las lámparas de descarga, las luminarias LED y de bajo consumo.

- *Lámparas de descarga*

  Son un 80 % más eficiente que las incandescentes. Producen la luz por excitación de un gas que se somete a descargas eléctricas entre dos electrodos. Tienen una vida útil entre 8 y 10 veces superior a la de las lámparas tradicionales. Combinadas con balastos electrónicos, se alarga su vida útil y ofrecen hasta un 25% de ahorro frente a los balastos electromagnéticos. Además permiten encendido instantáneo sin parpadeo y desconexión automática en caso de lámpara automática.

  Algunas de las más conocidas son: fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas, fluorescentes sin electrodos, de vapor de mercurio a alta presión, etc.

  Estéticamente son las menos apropiadas para conservar la apariencia original de los espacios interiores de edificios patrimoniales.

- *Luminarias LED*

  Los Diodos Emisores de Luz (LED: Lighting Emitting Diode) están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 horas) y son muy resistentes a los golpes.

- *Lámparas de bajo consumo*

  Duran 8 veces más que las bombillas convencionales y consumen apenas un 20%-25% de electricidad en comparación. Aunque sean más caras se amortizan rápidamente.

Sistemas de control de la iluminación
Permiten adecuar el nivel de iluminación a las necesidades específicas de cada usuario, lo que resulta en la reducción del consumo.

- *Detectores de presencia*
  Dispositivos que encienden o apagan las luces de una zona del edificio cuando detecta la presencia de personas.
- *Pulsadores temporizados*
  Mecanismos que, una vez pulsados, mantienen encendido el alumbrado durante un tiempo programado, evitando dejar luces encendidas por olvido en estancias con escasa ocupación.
- *Reguladores de iluminación*
  Mecanismos que permiten variar la intensidad de la luz de una lámpara, consiguiendo diferentes ambientes según la conveniencia y necesidades, desde la penumbra hasta la claridad máxima. De este modo, se racionaliza el consumo y se ahorra energía.
- *Detectores de luz natural*
  Son foto-sensores que regulan el flujo luminoso de una luminaria en función de la luz natural existente en la zona. Así se aprovecha la iluminación natural y se disminuye el consumo en las zonas ya iluminadas por el sol.

- ***Electrodomésticos:***

Según el IDAE, los electrodomésticos representan el 13% del consumo eléctrico de una vivienda media. Como en el resto de equipos, el ahorro energético depende fundamentalmente de su uso responsable, su buen funcionamiento y de las propias características eficientes del aparato.
Estas características vienen reflejadas en la etiqueta energética, una herramienta informativa que indica la cantidad de energía (electricidad, agua o gas) que consume un electrodoméstico y la eficiencia con que utiliza esa energía, además de otros datos complementarios del aparato.

Los tipos de equipo con etiquetado energético más empleados son: frigoríficos y congeladores, lavadoras y secadoras, lavavajillas, fuentes de luz, aparatos de aire acondicionado, hornos eléctricos, calentadores de agua y otros aparatos que almacenen agua y aparatos de cocción.

La envolvente

La mejora del rendimiento térmico de la envolvente es una solución muy eficaz en las construcciones modernas, pero de difícil aplicación en la arquitectura patrimonial pues conlleva la alteración física y/o estética de la fábrica y por tanto el riesgo de pérdida de su **significación cultural**. A continuación se enumeran diferentes soluciones existentes que sólo serán aplicables en determinados casos, pues, como ya se estableció en el capítulo 5: "La protección y conservación del patrimonio arquitectónico", debe comprenderse el conjunto de los valores de un edificio para encontrar el **equilibrio entre las demandas de mejora de la eficiencia energética y la conservación de la significación cultural** y elaborar propuestas y soluciones en función de su **impacto, minimizarlo y evitar daños irreparables.**

Paredes y cubiertas

- ***Aislamiento térmico***

La aplicación de capas de material aislante en los muros y cubiertas que conforman la envolvente puede contribuir a reducir la transmisión de calor del exterior al interior y la pérdida del mismo en sentido contrario, hasta valores de transmitancia reducidos. El valor objetivo que se pretende alcanzar con la aplicación de estas medidas es de U=0,3 en muros y entre U=0,18 y U=0,18 en cubiertas. En todos los casos, la aplicación de aislamiento supone una pérdida de la permeabilidad del paramento, por lo que esta medida deberá estudiarse a conciencia para evitar generar problemas de humedad.
Se trata de una solución muy empleada en la arquitectura contemporánea y en la conservación

del patrimonio en climas europeos, sin embargo, su aplicación mediante simulación en una arquitectura tipo de construcción vernácula en Canarias no muestra que ofrezca resultados muy significativos[22].

Las técnicas de aplicación de soluciones de aislamiento térmico se distinguen en función de la posición de la capa aislante en el paramento:

Muros:

- Exterior

Se trata quizás de la técnica más sencilla, eficaz —por la minimización de puentes térmicos— y menos costosa dentro del aislamiento térmico de muros, aunque algunos estudios demuestran que por sí sola no ofrece resultados significativos.
En el caso del patrimonio arquitectónico, la solución exterior es la menos adecuada de cara a preservar la significación cultural porque conlleva la alteración estética de las fachadas del edificio, por lo que, salvo en casos excepcionales en los que la significación de las fachadas sea irrecuperable, es preferible cualquier otra opción de aislamiento térmico.

- Interior

Consiste en la aplicación de una capa de material aislante en la cara interna de los muros exteriores del edificio. Se trata de una opción menos efectiva que por el exterior porque no neutraliza los puentes térmicos. Tiene como resultado espacios interiores más fríos, lo que puede originar problemas por condensación de vapor en las superficies interiores. Además, conlleva la pérdida de permeabilidad del muro desde el interior al exterior y la posible acumulación de humedad dentro del paramento, por lo que se requiere especial atención en la elección de materiales, aplicación y combinación de técnicas para conseguir conservar las capacidades permeables del paramento y no promover nuevos problemas de humedad.
Esta opción es menos agresiva con la estética del edificio dado que no altera su apariencia externa, aunque supone la modificación del aspecto y las dimensiones de las estancias interiores.

- Intramuros

Otra solución empleada en el sector de la conservación consiste en la aplicación de material aislante en el interior de los muros huecos, en la cámara de aire. Supone también una pérdida de permeabilidad del paramento, por lo que su aplicación debe ser bien estudiada.
Esta opción tiene menor impacto sobre el aspecto del edificio, dado que no altera la estética de los muros, sin embargo, en los edificios de la arquitectura que nos ocupa no existen muros huecos, por lo que la oportunidad de aplicar esta solución se limitará a casos en los que existan ampliaciones o sustitución de la envolvente.

Cubiertas:

- Aislamiento de buhardillas

En aquellos edificios en los que exista una buhardilla bajo la cubierta inclinada puede estudiarse la aplicación de aislamiento a nivel de techo por el interior. Debe prestarse especial atención a problemas de humedad existentes y planificarse una adecuada ventilación de la buhardilla.
Esta solución es adecuada estéticamente en aquellos casos en que las buhardillas no sean espacios habitables, pues el aislamiento permanecería normalmente oculto.

- Aislamiento entre y bajo el entrevigado

Puede estudiarse la aplicación de capas de aislamiento entre y bajo el entrevigado de madera de cubiertas tanto planas como inclinadas. Se trata de la opción más sencilla,

[22] López, M. (2018)

aunque como en cualquier solución de aislamiento térmico, se debe tener en cuenta el control de la humedad y la ventilación, porque reduce la permeabilidad original del paramento.
Se trata de una solución que sacrifica la estética original del interior de las estancias, pues oculta el entrevigado.

- Aislamiento sobre el entrevigado

Esta técnica consiste en aplicar el aislamiento entre las capas interiores y exteriores de la cubierta, sobre el entrevigado y bajo el recubrimiento exterior. Es la opción más difícil de implementar y peligrosa para la fábrica original, pues requiere el desmonte de la cubierta para su aplicación. Además, como en cualquier solución de aislamiento térmico, se debe tener en cuenta el control de la humedad y la ventilación, porque reduce la permeabilidad original del paramento.
Dependiendo de las características de la cubierta la solución será más o menos adecuada estéticamente pues, en casos como cubiertas en las que exista forro interior, el aislamiento quedaría oculto.

En función del material en que se presenta el aislamiento térmico, podemos diferenciar entre:

- Aislantes sintéticos:

Muy efectivos térmicamente. Los más comunes son:

Poliestireno expandido (EPS):
Uno de los más empleados por su baja conductividad térmica, se aplica en placas.

Poliestireno extruido (XPS):
Similar al anterior pero con la ventaja de ser impermeable.

Poliuretano:
Mayor rendimiento térmico que los anteriores, se aplica en espuma proyectada sobre la superficie de los muros o en tableros. En tableros tiene una conductividad térmica de λ=0,031 W/mK, un valor óptimo por medida de espesor comparado con otras soluciones. Es resistente al fuego.

Rollos reflexivos:
De menor rendimiento térmico, están compuestos por capas intercaladas de polietileno y aluminio, se aplica en láminas.

- Lanas minerales:

Los más empleados. Compuestos por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil. Resultan muy versátiles y eficaces ya que además de proporcionar un buen nivel de aislamiento térmico también actúan como aislamiento acústico y ofrecen un elevado nivel de protección contra el fuego. Se distinguen fundamentalmente:

Lana de roca o mineral (SW):
Fabricado a partir de roca volcánica, es muy permeable al vapor con buen almacenamiento y transporte moderado de la humedad. Es incombustible y ofrece un alto grado de protección contra el fuego. Tiene una conductividad térmica de λ=0,042 W/mK.

Lana de vidrio (GW):
Se fabrica fundiendo arena a altas temperaturas y su estructura está formada por finas fibras de vidrio unidas por un aglomerante o resina. Se considera mejor aislante acústico que la lana de roca y resiste mejor a la humedad. Al ser más liviana que otros aislantes y de muy baja conductividad térmica, consigue una mayor eficiencia con el mismo espesor.

- Aislantes naturales:

Su uso está cada vez más extendido porque no contienen sustancias ni aditivos y por tanto son más respetuosos con el medio ambiente. Este tipo de aislantes son además reciclables y biodegradables. Los más comunes son:

Corcho:
El de mayor aceptación porque además de sus buenas propiedades como aislante es reciclable y renovable. Se presenta en diferentes formatos: en forma de virutas para rellenar cavidades, en forma de paneles de corcho prensado o incluso proyectado o en forma de argamasa para cubiertas o revestimiento de superficies. En forma de argamasa tiene una conductividad térmica de □=0,075 W/mK, menos eficiente que otras soluciones para el mismo espesor.

Lino:
De esta planta de fácil cultivo se obtienen fibras reciclables que se utilizan como aislante. Celulosa: Formada por residuos de papel que se reciclan en forma de aislante para su aplicación por insuflado en cámaras, trasdosados o sobre forjados.

Lana de oveja:
Aislante de procedencia animal que cuando se humedece mejora su capacidad de aislamiento.

Silicato de calcio:
Aislante mineral aplicado como tablero o argamasa, combinado con un revestimiento de mortero de cal con capacidades de regulación de la humedad. Se trata de una solución óptima con respecto a la permeabilidad al vapor y al ambiente interno con buenas capacidades de transporte de la humedad y protección contra el fuego. Los tableros tienen una conductividad térmica de □=0,06 W/mK, por lo que el espesor necesario para alcanzar buenos valores de conductividad es mayor que en otras soluciones.

Arlita, perlita y vermiculita:
Aislantes minerales con capilaridad activa, buen transporte de la humedad y almacenamiento medio, y gran capacidad ignífuga. Tienen una conductividad térmica de □=0,045 W/mK.

Fibra de coco y algodón:
Se utilizan en forma de mantas.

- Paneles sándwich:

Además de los materiales anteriores, los paneles sándwich son una solución que funciona además como cerramiento. Están formados generalmente por dos chapas de acero perfilado y un núcleo de poliuretano, un tablero de fibras en bruto para la cara que no queda vista y un tablero de madera con acabado decorativo. En el caso de la conservación del patrimonio, su aplicación es fundamentalmente como revestimiento de techos interiores.

En función del formato en que se presenta el aislamiento térmico, podemos diferenciar entre:

- Placas o paneles:

Pueden ser rígidos o semirrígidos y necesitan fijación a un soporte.
Rollos, mantas y paneles no rígidos: Habitualmente se presentan en estos formatos los aislantes ecológicos o naturales y los de origen mineral. Se suelen colocar sobre perfilería, en la cámara entre el muro y placas de cartón-yeso, y también entre rastreles de suelos de madera o en falsos techos.

- Espuma:

Mediante insuflado y con aparatos especiales se inyecta en las cámaras de aire.

- Partículas, bolitas, fibras:

Al igual que en el caso anterior se suelen insuflar en las cámaras de aire.

- ***Permeabilidad***

La permeabilidad de los muros y cubiertas originales de la arquitectura vernácula de Canarias y Cabo Verde —muros de construcción tradicional en mampostería de piedra y revestimientos de cal, y cubiertas de entrevigado de madera con cobertura de torta de barro y fibras vegetales o tejas— aunque no infalible, es en general buena. En condiciones óptimas de mantenimiento y funcionamiento, los paramentos absorben parte del agua en condiciones de lluvia o humedad exterior y la que se infiltra por sus grietas y fisuras, y luego permiten su evaporación cuando el ambiente se seca. Lo mismo sucede con el vapor interior, que tiende a eliminarse por transpiración gracias a la permeabilidad de los materiales que conforman los muros y los intersticios entre materiales de las cubiertas. *"En un edificio sano los flujos de humedad mantendrán generalmente un equilibrio entre la evaporación y condensación, lo que mantendrá el nivel absoluto de humedad en el interior de los materiales entre límites tolerables e inofensivos"* [25].

Es por ello que la impermeabilización de paramentos de construcción tradicional, ya sea con láminas impermeabilizantes, antivapor o con revestimientos poco transpirables como el mortero de cemento, alicatados y pinturas plásticas, es errónea y genera problemas graves. Donde se ha aplicado este tipo de intervenciones, por el exterior, el agua que penetra inevitablemente por las fisuras de los revestimientos plásticos y de cemento, se desplaza por el interior de la fábrica y luego no es capaz de evaporarse, generando el deterioro interno del muro. Por el interior, la condensación del vapor de agua que no puede transpirar produce la aparición de mohos y pudrición de las fábricas.

Teniendo en cuenta que este tipo de alteraciones dañinas es frecuente en las intervenciones a lo largo de la vida de estos edificios, a continuación se exponen diferentes medidas que pueden contribuir a eliminar estos problemas y mejorar la eficiencia.

Eliminación de intervenciones perjudiciales:

La restitución de las capacidades permeables originales mediante la eliminación de alteraciones dañinas —enfoscados de cemento, alicatados, pinturas plásticas, etc.— y su sustitución por materiales iguales o compatibles a los originales —morteros de cal, pintura de aguadas de cal, pinturas al silicato de calcio, etc.— son una medida muy eficaz para reducir drásticamente problemas de humedad gratuitos. En caso de aplicar soluciones de aislamiento térmico, debe estudiarse los efectos que pueda tener sobre la permeabilidad para evitar problemas de humedad. **En un edificio impermeabilizado, la eliminación de la humedad necesita de un infalible control de la ventilación.**

Ventilación:

- Ventilación natural

La mejor manera que tienen estos edificios de controlar los niveles de humedad es mediante la ventilación natural a través de ventanas, puertas y patios. La reparación y mantenimiento de las carpinterías para su buen funcionamiento es siempre recomendable, sobre todo persianas y contraventanas en caso de haberlas. Sin embargo, esto puede antojarse difícil en horas en las que el edificio está deshabitado por razones de seguridad, e incómodo en climas fríos.

[25] Pickles, D. & McCaig, I.; (2017)

- Aberturas de ventilación

Para garantizar un flujo adecuado de la ventilación incluso en situaciones donde las carpinterías interiores y/o exteriores deban permanecer cerradas, una solución es practicar aberturas en la envolvente, ya sea muros, carpinterías o cubiertas, protegidas con rejillas que impidan el paso de organismos no deseados. Esta solución debe estudiarse cuidadosamente por su impacto irreversible sobre la fábrica original, por lo que puede no ser adecuada en muchos casos.

Ventilación artificial

Otra manera de garantizar la ventilación suficiente de los espacios interiores a la vez que se controla la temperatura interior es la instalación de sistemas de ventilación activa con recuperación de calor. Estos sistemas controlan el flujo de aire del exterior al interior del edificio y mantienen los interiores climatizados. A pesar de requerir energía eléctrica para su funcionamiento, suponen un ahorro de energía a largo plazo porque evita gastos en climatización[26] y deshumidificación. De cara a la conservación, se trata de una solución agresiva con la fábrica original, puesto que significa practicar aberturas en la envolvente y el paso de canalizaciones por el interior del edificio, además de requerir espacio para la instalación del equipo de bombeo.

Casas-cueva:

El principio de permeabilidad es el mismo: debe evitarse soluciones poco permeables por el interior para **aprovechar las características permeables de la roca**. Sin embargo, por la situación de las mismas, pueden presentar problemas de filtraciones por la parte superior desde la ladera. La solución consiste en **impermeabilizar una superficie de ladera suficiente sobre la vivienda,** aunque debe evitarse *"el empleo indiscriminado de materiales, texturas y colores en sus acabados da lugar a un paisaje heterogéneo que llega a desvirtuar la imagen primigenia de estrecha relación que esta arquitectura guardaba con su entorno"*[27] , en pos de soluciones ecológicas con materiales naturales como la bentonita —una arcilla impermeabilizante que se inyecta en la ladera y evita las filtraciones hacia el interior— o la excavación de minas sobre la cueva, que recogen el agua y la canalizan para su aprovechamiento antes de que se infiltre hacia la vivienda.

Carpinterías

Las ventanas y puertas originales suelen ser el punto débil de la envolvente térmica en la construcción tradicional. Su poca estanqueidad es deseable de cara a la renovación de aire y control de la humedad tanto en climas cálidos como fríos, sin embargo en los últimos tienen consecuencias negativas porque propician la pérdida de calor interior. Asimismo, la alta transmitancia de los vidrios prácticamente no ofrece resistencia a la transmisión de calor, lo que en climas cálidos produce calentamiento excesivo del interior y en climas fríos permite la pérdida excesiva de calor.

Las soluciones de mejora del rendimiento de las carpinterías son variadas, así como su impacto sobre la fábrica del edificio, sus valores materiales y estéticos:

- ***Reparación y optimización***

Marcos:

Mejora de la estanqueidad

[26] Según Pfluger, R., este ahorro sólo funcionará si la estanqueidad del edificio es suficiente para minimizar las fugas e infiltraciones. Para ello debe realizarse un "blower door test" para medir la renovación de aire a 50 Pa. Un valor inferior a $1h^{-1}$ indicaría que las fugas e infiltraciones fuera del circuito de recuperación de calor son significativas y por tanto el rendimiento sería mínimo.

[27] Martínez, L. (2017)

La reparación de los marcos de puertas y ventanas originales es la solución más adecuada para la mejora de la estanqueidad. Dependiendo de las características de la carpintería y su estado pueden emplearse técnicas de distinto impacto sobre la significación como el empastado de fisuras y grietas y/o la colocación de tiras estancas en los bordes y juntas.

Vidrios:

- Aplicación de capas aislantes

Existen diferentes soluciones para reducir la transmitancia de los vidrios originales mediante la aplicación de capas aislantes que conllevan diferentes grados de adecuación, facilidad y seguridad con las carpinterías originales.

Películas de protección solar:
Aplicable mediante adhesivo por el exterior y/o interior del vidrio, es la solución más simple y con menos peligro para la hoja original y permite bloquear la transmisión de calor hasta en un 80%. Como contrapartida, suponen la modificación en color y tonalidad de los vidrios, lo cual afecta la estética original y la tonalidad de los espacios interiores y las vistas exteriores.

Capas de baja emisividad:
Puede estudiarse la aplicación de un "soft coat" sobre los vidrios en una cámara de vacío. Se trata de una capa de metal atomizado que se aplica en la superficie del vidrio y actúa reflejando la energía calorífica hacia el interior o el exterior, de manera que evita la ganancia y la pérdida excesivas. Es una solución compleja y peligrosa para la carpintería original porque requiere el desmontaje de los vidrios para su tratamiento y posterior montaje. Estéticamente son prácticamente imperceptibles.

Elementos de sombreamiento:

En muchos casos de edificios de la arquitectura vernácula de los territorios que nos ocupan existen contraventanas, bien macizas, como compartimentos de otras hojas o como persianas de lamas horizontales que ofrecen sombra y a la vez permiten la ventilación natural total o parcialmente. La reparación y mantenimiento de estos elementos para recuperar su buen funcionamiento o su restauración en caso de haberse perdido, permiten aprovechar sus capacidades originales como recurso de eficiencia energética.

- ***Sustitución***

Atendiendo a los criterios de conservación de la materia original del edificio, debe evitarse la alteración o sustitución de las carpinterías con significación cultural y siempre que sea posible, repararlas. Sólo en casos de ampliaciones o intervenciones sobre la fábrica original donde no se vea afectada la significación cultural podrá estudiarse la sustitución de las carpinterías originales.

Marcos:

La sustitución de carpinterías de construcción tradicional por otras más eficientes puede contribuir a mejorar su rendimiento térmico por la mejora de la estanqueidad de los marcos. Aunque los nuevos materiales como PVC, acero o aluminio tienen mayor transmitancia térmica que la madera, consiguen valores muy bajos (inferiores a U=2) mediante el diseño y construcción con rotura de puente térmico. Sin embargo, por su menor superficie en el cómputo general del hueco, la influencia de la transmitancia térmica del marco es de sólo un 10-30% de la transmitancia total, siendo el 70-90% restante influencia del vidrio por su mayor superficie.

Vidrios:

- Capas de baja emisividad:

Puede estudiarse la sustitución de los vidrios originales por otros de baja emisividad, con "hard coat". Se trata de un tipo de vidrio al que durante la fabricación, antes de enfriarse, se le aplica una fina capa de metal fundido que actúa bajo el mismo principio que el "soft coat", pero con mayor durabilidad. Como contrapartida, este tipo de vidrios tiene una tonalidad azul o grisácea que modifica la apariencia original, el color de la luz interior y la visibilidad exterior.
Es una solución compleja y peligrosa para la carpintería original porque requiere el desmontaje de los vidrios originales y posterior montaje de los vidrios bajo-emisivos.

- Múltiple acristalamiento:

La transmitancia de un panel de vidrio simple es de aproximadamente U=5,75 W/m²K. La adición de un segundo panel reduce este valor a la mitad. Rellenando la cámara de aire entre ambos paneles con gases como Argon o Kriptón, el valor de U se reduce a 2,2 W/m²K. Empleando capas de baja emisividad, este valor se reduce a 1,1 W/m²K. Con mayor número de hojas de acristalamiento se alcanzan valores de U=0,50 W/m²K (triple) y 0,32 W/m²K (cuádruple acristalamiento)[28].
Sin embargo, esta solución suele ser incompatible con los marcos existentes, cuya sección y diseño no está preparado para la instalación de vidrios de mayor espesor o capas adicionales, por lo que la aplicación de múltiple acristalamiento conlleva la sustitución completa de la carpintería.

- ***Complementación***

Existen soluciones intermedias menos agresivas con la fábrica original y más equilibradas en la relación conservación/eficiencia energética, con menor impacto sobre la significación cultural.

Hoja secundaria:

Una solución intermedia, preferible a la sustitución[29], es el añadido de una segunda hoja de ventana o puerta por el interior del paramento de manera que la modificación de la materia original es mínima y se conserva el aspecto exterior, con una significativa mejora el rendimiento energético. Esta solución puede conseguir reducir la transmitancia de los huecos a valores de U=0,62 W/m²K para una hoja secundaria con triple acristalamiento por el interior[30].
Esta hoja puede ser de construcción tradicional o moderna en función del equilibrio entre conservación/eficiencia decidido, y de ello dependerá el impacto estético sobre el interior de las estancias y su incidencia sobre su significación.

Elementos de sombreamiento:

Puede estudiarse el empleo de dispositivos de control solar por el interior, como persianas o cortinas, que actúan como difusores de la radiación solar y tamizan la cantidad de luz que penetra al interior de los espacios.

[28] Krick, B. (2013)
[29] "La conclusión – de que una segunda hoja de ventana vidriada histórica reduce la pérdida de calor de forma más efectiva que el reemplazo por una ventana con doble acristalamiento– es importante, y supone un ejemplo claro de simpatía entre las preocupaciones por la conservación y la eficiencia energética en edificios históricos. Sin embargo, esta conclusión sobre la efectividad de el acristalamiento secundario para ventanas tradicionales parece no haber llegado a la literatura rehabilitadora mainstream, cuyo único mensaje habitual es que cambiar las ventanas ahorra energía..." (May, N.; Rye, C., 2012: 24-25)
[30] Krick, B. (2013)

Las fuentes de energía

La sustitución de las fuentes de energía de origen fósil por sistemas de energía renovable es perentorio a todos los niveles de la sociedad. Las características del medio físico de Canarias y Cabo Verde son de las más ventajosas a nivel mundial de cara al aprovechamiento de energías renovables. Se trata de países ricos en fuentes de energía solar, eólica, maremotriz, geotérmica, undimotriz y energía azul. Sin embargo, actualmente en estos territorios el desarrollo de las tecnologías asociadas a la explotación de estas energías está muy poco avanzado.
Las soluciones empleadas en el campo de la edificación son variadas y su aplicación en edificación patrimonial corre el riesgo de ser invasiva con el espacio y agresiva con la apariencia externa de los edificios. A continuación se exponen los sistemas más empleados, cuya elección deberá evaluarse en profundidad durante el proceso de análisis multidisciplinar para minimizar los daños a la significación cultural:

- ***Energía solar***

Paneles fotovoltaicos
Los paneles fotovoltaicos pueden pasar desapercibidos en las cubiertas de algunos edificios patrimoniales desde la perspectiva del observador al nivel del suelo, aunque debe evaluarse el nivel de impacto visual sobre la "quinta fachada", ya que siempre serán visibles desde cotas más altas. Además de su adecuación, la aplicación de esta solución dependerá del nivel de protección de los edificios y la normativa asociada.

Instalación solar fotovoltaica en cubierta, Fogo, Cabo Verde.

Elementos fotovoltaicos integrados
Existen soluciones integradas en la propia fábrica del edificio, como tejas y hojas de ventana fotovoltaicas que pueden servir como alternativa en determinados casos. Las hojas de ventana fotovoltaicas tienen poco rendimiento en Canarias y Cabo Verde dado que la aportación de energía fotovoltaica al plano vertical es mínima. Sin embargo, puede ser interesante aplicada a lucernarios o aberturas con suficiente exposición a la incidencia solar. Se trata de intervenciones que alteran la estética del edificio en diferente grado, por lo que su aplicación deberá ser bien estudiada.

Paneles térmicos
Se trata de sistemas que recogen la radiación solar a través de captadores solares térmicos y la transmiten al agua bien para uso como ACS o para apoyo en sistemas de calefacción. Permiten un importante ahorro energético por la eliminación de calentadores eléctricos de ACS. Al igual que los paneles fotovoltaicos, estos sistemas tienen un gran impacto visual, por lo que su empleo en edificios patrimoniales es restringido. Además de su adecuación, la aplicación de esta solución dependerá del nivel de protección de los edificios y la normativa asociada.

- ***Energía eólica***

Las micro-turbinas eólicas integradas en edificios dependen del viento local y las obstrucciones presentes en los alrededores. Suponen un impacto visual y auditivo sobre la apariencia del edificio y producen vibraciones que pueden dañar la fábrica, además de otros problemas asociados como el flicker. Su integración en edificios patrimoniales es problemática y dependerá del nivel de protección de los edificios y la normativa asociada, además del diagnóstico multidisciplinar.

- ***Biomasa***

Las calderas de biomasa funcionan con la incineración de materia orgánica de forma eficiente, lo que genera calor que se distribuye a sistemas de calefacción como radiadores y suelos radiantes. Requieren de un espacio acondicionado dentro del edificio y la provisión de canalizaciones que en la arquitectura patrimonial puede suponer un impacto visual y/o material, en caso de practicarse roturas en la fábrica. Como el resto de soluciones de energía renovable, su implantación debe ir precedida de un estudio y diagnóstico en profundidad sobre las ventajas y desventajas para la conservación del inmueble.

En general, se concluye que el paso a sistemas de fuentes de energía renovable es imprescindible, pero en el caso de la arquitectura patrimonial es de difícil aplicación por su impacto visual y sobre la fábrica original. En los casos en que sea posible, una solución consiste en deslocalizar los sistemas de captación, situarlos en otras ubicaciones —edificios circundantes, polígonos industriales, campos eólicos y fotovoltaicos, etc.— desde las que suministrar energía a los diferentes bienes patrimoniales.

Conclusiones

Las medidas aplicables para la mejora de la eficiencia energética nacen de la arquitectura contemporánea y su eficacia es de sobra conocida y probada. Sin embargo, su efecto sobre edificios de construcción tradicional es muy variable y todavía en gran medida desconocido, a pesar de haber sido estudiadas y puestas en práctica de manera rigurosa por diferentes proyectos a nivel internacional. No obstante, sobre lo que sí existe un consenso generalizado entre los expertos[31] es en reconocer, aunque su rendimiento no sea comparable a las soluciones técnicas y materiales modernos, las ventajas del mantenimiento y reparación de la fábrica de los edificios de construcción tradicional, como medida indispensable para aprovechar sus capacidades bioclimáticas innatas como medida de mejora de la eficiencia energética.

[31] May, N. & Rye, C. (2012); Pickles, D. & McCaig, I.; (2017)

MARCO NORMATIVO

• Patrimonio

Carta de Venecia, ICOMOS, 1964
Carta de Burra, ICOMOS, 1999
Documento de Nara en Autenticidad ICOMOS, 1994

Canarias

Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Espanol
Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias
Ley 11/2019, de 25 abril, de Patrimonio Cultural de Canarias
Código Técnico de la Edificación (CTE), RD 17/3 de 2006

Cabo Verde

Lei nº 102/III/90 de 29 de Dezembro, Lei de base do Património Cultural
Código Técnico da Edificação (CTE), Decreto-Lei nº 18/2011, de 28 de Fevereiro

• Energía

Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios

DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios

DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE

AENOR (2018): UNE-EN 16883. Conservación del Patrimonio Cultural, Guía para la mejora de la eficiencia energética de los edificios históricos. AENOR, Madrid.

CTE DB-HE: Documento Básico de Ahorro de Energía, Código Técnico de la Edificación. RD 17/3 de 2006

GLOSARIO

- **Ajimez:** Del árabe al-šimāsa[32], balcón de madera cerrado mediante celosías, generalmente empleado en conventos en Canarias para permitir a las monjas ver las procesiones sin violar la clausura[33].

- **Agadir:** Del tamazight ⵓⴳⴰⴷⵉⵔ. Los agadires o graneros eran depósitos colectivos, aprovechando las oquedades de las rocas en zonas altas, donde los aborígenes de Gran Canaria almacenaban los excedentes de la producción, especialmente cereales[34].

- **Arquitectura vernácula:** Aquellas construcciones generadas por un pueblo según su tradición constructiva, basada en la economía de recursos y la adaptación al medio, a diferencia de la arquitectura académica. Para el propósito de esta guía, se trata de la arquitectura construida Canarias y Cabo Verde desde la Antigüedad hasta principios del siglo XX, antes de la normalización del hormigón y el ladrillo.

- **Bioclimatismo:** La arquitectura bioclimática es aquella que, por su diseño, proporciona condiciones de confort a los usuarios aprovechando únicamente las condiciones climáticas y las propiedades de sus materiales constructivos para conseguir la mayor eficiencia energética y evitar el uso de energía convencional.

- **Cabilla:** Barra redonda de hierro, empleada para el clavado de maderos en la construcción.

- **Envolvente térmica:** La piel del edificio, lo que separa el interior del exterior, conformada por los diferentes cerramientos y sus elementos constructivos: fachada (paredes, ventanas, puertas), cubiertas, suelos.

- **Estratificación:** Fenómeno por el cual el aire al calentarse y perder densidad tiende a ascender y acumularse en las partes altas de un recinto cerrado, distribuyéndose en estratos según un gradiente de temperatura, donde el aire más frío ocupa la capa más baja.

- **Fábrica:** Todos los elementos materiales que conforman un sitio, incluyendo componentes, dispositivos, contenidos y objetos[35].

- **Flicker:** Parpadeo molesto que se produce cuando el movimiento de las aspas de una turbina eólica bloquea la luz del sol de forma intermitente.

- **Funco:** En Cabo Verde, construcción circular hecha de piedra con cobertura de fibras vegetales empleada habitualmente como vivienda, principalmente en las islas de Fogo, Santiago y Maio.

- **Inercia térmica:** Propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que lo cede o absorbe. Depende de la masa térmica, del calor específico de sus materiales y de su coeficiente de conductividad térmica.

- **Lugar:** Significa un área geográficamente definida. Puede incluir elementos, objetos, espacios y vistas. Lugar puede tener dimensiones tangibles e intangibles[36]. En patrimonio arquitectónico, lugar designa el edificio o conjunto de edificios y su contexto: lo que contienen y el entorno que les rodea.

[32] Lajo, R. (1990)
[33] GEVIC (www.gevic.com)
[34] ídem
[35] Australia ICOMOS (2013)
[36] ídem

- **Mareta:** Con diferentes acepciones según la isla, se trata en esencia de una construcción destinada a la recogida y almacenamiento de agua.

- **Masa térmica:** La capacidad de un material para almacenar calor dependiendo de sus características: densidad, capacidad calorífica y espesor[37].

- **Pírgano:** En Canarias: También conocido como pirguan, Nervio o raquis de la hoja de la palmera, empleado para hacer palos de escoba y en cestería.

- **Significación cultural:** El conjunto de valores (histórico, estético, científico, social, espiritual) intrínsecos a un lugar y que conforman su identidad cultural.

- **Sobrado:** En Canarias, el término se refiere al piso superior de la vivienda, que servía de granero, desván o habitaciones[38]. En Cabo Verde el término identifica a la vivienda que dispone de éste. Representan claramente un estatus social, de adhesión política y bienestar.

- **Taro:** En Canarias: Construcción rural en forma de torre circular, que se emplea con distintos fines, como, por ejemplo, curar el queso, guardar aperos o ser refugio de pastores[39].

- **Transmitancia térmica (U):** El flujo de calor por unidad de tiempo y superficie que atraviesa un elemento constructivo cuando hay un gradiente térmico de 1 ºC entre el sus caras interior y exterior [W/m²K].

- **Upwelling:** Fenómeno oceánico que se produce por el desplazamiento del agua cálida superficial a causa del viento, que se reemplaza con agua fría y rica en nutrientes del fondo. Aquellas zonas donde se produce este fenómeno son ricas en biodiversidad y suponen los mayores bancos pesqueros del mundo.

[37] Martínez, L. (2017)
[38] Martín, F. (1978)
[39] Academia Canaria de la Lengua (www.academiacanarialengua.org)

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (2018): UNE—EN 16883. Conservación del Patrimonio Cultural, Guía para la mejora de la eficiencia energética de los edificios históricos. AENOR, Madrid.
- Antolín, J.; Hernández, J.L.; de Torre, C. (2015): "Integration of Renewable Energy Sources". En Troi, A.; Bastian, Z. (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook; pp 179-187. Birkhäuser. Basilea.
- Australia ICOMOS (2013): The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance. Australia ICOMOS Incorporated. Burwood.
- Bastian, Z.; Grove-Smith, J.; Krick, B. (2015): "Building Physics". En Troi, A.; Bastian, Z. (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook; pp 14-26. Birkhäuser. Basilea.
- Bishara, A.; Plagge, R. (2015): "Interior Insulation". En En Troi, A.; Bastian, Z. (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook; pp 122-130. Birkhäuser. Basilea.
- Broto, C. (2006): Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción. Links International, Barcelona.
- Cantin, R.; Burgholzer, J.; Guarracino, G.; Moujalled, B.; Tamelikecht, B. & Royet, B.G. (2010) "Field assessment of thermal behaviour of historical dwellings in France". En Building and Environment 45 (2), pp 473–484. Elsevier. Amsterdam.
- Drury, P.; McPherson, A. (2008): Conservation Principles, Policies and Guidance for the Sustainable Management of the Historic Environment. English Heritage. Londres.
- Egusquiza, A. (2010): Propuesta metodológica para una aproximación energética-patrimonial a la ciudad histórica. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
- Fernandes, J.M. (1992): Cidades e Casas da Macaronésia. Evolução do Território e da Arquitectura Doméstica nas Ilhas Atlântidas sob Influência Portuguesa - Quadro Histórico, do Séc. XV ao Séc. XVIII. Facultade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa.
- Franzen, C.; Dahl, T.; Wedebrunn, O. (2013): Deliverable D2.5 Report on Methodology and Checklist. 3ENCULT — Efficient Energy for EU Cultural Heritage.
- Galindo, M.; García. R.; Pérez, J. (2013): Guía para la Eficiencia Energética de Edificios Residenciales. Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Cantabria, Gobierno de Cantabria, Gesvican, Santander.
- Gangui, A.; González, A.C.; Perera, M.A.; Belmonte, J.A. (2013): "La orientación como una seña de identidad cultural: Las iglesias históricas de Lanzarote". En V.V.A.A. (2013): Revista Tabona, 20; pp 105-128. Universidad de La Laguna.
- Giancola, E. & Heras, M.R. (2014): "Energy Efficiency and Buildings With Heritage Values: Reflection, Conflicts and Solutions". En International Conference Energy Efficiency in Historic Buildings, Madrid.
- Heath, N. (2014): "Sustainable Refurbishment of Historic Buildings: Risks, Solutions and Best Practice". En International Conference Energy Efficiency in Historic Buildings, Madrid.
- ICOMOS. International Council on Monuments and Sites (1964): International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites. ICOMOS, Venecia.

- ICOMOS. International Council on Monuments and Sites (1994). The Nara Document on Authenticity. ICOMOS, Nara.

- Krick, B. (2013): "Windows and shading". En Troi, A.; Bastian, Z. (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook; pp. 142-152. Birkhäuser, Basel.

- López, M. (2018): Análisis y rehabilitación de la arquitectura tradicional de Lanzarote. Propuestas de mejora mediante herramientas de simulación. Universidad Politécnica de Madrid.

- Martín, F. (1978): Arquitectura Doméstica Canaria. Aula de cultura de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.

- Martín Monroy, M. (2006): "Manual del Calor". En Manuales de diseño ICARO. Calidad ambiental en la edificación para las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias. Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria.

- Martínez, L. (2017): Arquitectura troglodita, un modelo eficiente de habitar el territorio. Estudio tipológico y constructivo en la evolución de la casa-cueva en Gran Canaria. Universidad de Sevilla.

- May, N.; Rye, C. (2012): Responsible Retrofit of Traditional Buildings. STBA, Londres.

- Medina, K.; Rodríguez, A; Cerón, I. (2014): "Propuesta metodológica para la rehabilitación sostenible del patrimonio contextual edificado. El caso del centro histórico de la ciudad de Mérida, Yucatán". En International Conference Energy Efficiency in Historic Buildings, Madrid.

- Navarro, M.I.; Delgado, F.; Perdigón, D. (2018): "Arquitectura en La Laguna: El Concepto Vernáculo. Criterios de protección y el papel del dibujo". En Revista de Historia Canaria. nº 200; pp 155-175. Universidad de La Laguna.

- Pickles, D. & McCaig, I. (2017): Energy Efficiency and Historic Buildings. Application of part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings. Historic England, Londres.

- Onecha, B. (2013): "La caracterització energética". En Valors patrimonials i eficiència energética. Conflictes i solucions. AADIPA; pp. 70-78, Barcelona.

- Örn, T. (2018): Energy Efficiency in Heritage Buildings. Conservation Approaches and Their Impact on Energy Efficiency Measures. Luleå University of Technology, Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering Division of Architecture and Water, Luleå.

- Peñaranda, L. (2011): Conservando nuestro patrimonio. Manual para la conservación del patrimonio arquitectónico habitacional de Sucre. U.M.M. Patrimonio Histórico - PRAHS, Sucre.

- Pfluger, R. (2015): "Heat recovery ventilation". En Troi, A.; Bastian, Z. (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook; pp. 153-162. Birkhäuser, Basel.

- Quintana, P.C. (2008): "El hábitat rural en Canarias: Las transformaciones históricas de un espacio social". En V.V.A.A. (2008): Arquitectura y Paisaje. La arquitectura tradicional en el medio rural de Canarias. Tomo 1; nº 5. Rincones del Atlántico, La Orotava.

- RENERPATH (2012): Guía de aplicación para la rehabilitación energética de edificios patrimoniales. 0475_RENERPATH_3_E. Junta de Castilla y León; Consejería de Economía y Empleo, Ente Regional de Energía de Castilla y León, León.

- Santana, R.; Pérez, J.M.; Pérez-Luzardo, J. (2008): "El hábitat troglodita en la actualidad. Las transformaciones de los núcleos trogloditas y la evolución de las técnicas constructivas". En El Patrimonio Troglodítico de Gran Canaria. AIDER — Asociación Insular de Desarrollo Rural de Gran Canaria; pp. 178-190. Las Palmas de Gran Canaria.

- Serra, R. & Coch, H. (1995): Arquitectura y energía natural. Edicions UPC, Barcelona.
- Serra, R. (1999): Arquitectura y climas. Gustavo Gili, Barcelona.
- Suárez, Ó. & Armas, D. (2018). "Intervención en la Isla de Boa Vista: Política patrimonial y desarrollo turístico en Cabo Verde". En XX Simposio de Centros Históricos y Patrimonio Cultural de Canarias. Fundación CICOP — Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio; pp. 205-212, Aguere.
- Suárez, Ó. & Armas, D. (2018). Estudo de Intervenção para a Conservação da Igreja de São Roque, Rabil, Ilha de Boa Vista. Estudio Treze, Sal Rei.
- Troi, A. (Coord.) (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings, A Handbook. Passive House Institute & EURAC Research, Basel.
- Troi, A.; Pfluger, R.; Orlandi, M. (2015): "Integrated Application of Solutions". En Troi, A.; Bastian, Z. (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook; pp. 189-194. Birkhäuser, Basel.
- Uranga, E.; Etxepare, L.; Lizundia, I.; Segarna, M. (2014): Beneficios y riesgos de la rehabilitación energética en el patrimonio edificado: 5 grados de intervención. European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning, Donostia.
- Wedebrunn, O.; Dahl, T.; Pilgaard, C. (2015): "Cultural Heritage". En Troi, A.; Bastian, Z. (2015): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook; pp 32-38. Birkhäuser, Basel.

SITIOS WEB

- GEVIC: Gran Enciclopedia Virtual de las Islas Canarias www.gevic.net
- ICOMOS: Consejo Internacional de Monumentos y Sitios www.icomos.org
- Rincones del Atlántico www.rinconesdelatlantico.es
- 3ENCULT - Efficient Energy for EU Cultural Heritage www.3encult.eu
- Soler Palau: www.solerpalau.com

Interreg
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

MAC 2014-2020
Cooperación Territorial