DOSSIER CASAS BIOCLIMÁTICAS ITER COMO LIVING-LAB DE ALOJAMIENTO TURÍSTICO BAJO EN CARBONO

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.

Dossier Casas Bioclimáticas ITER como Living-Lab alojamiento turístico bajo en carbono (Proyecto SOSTURMAC. Año 2021).

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.

agenergia@agenergia.org

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 2.2.1. ("DISEÑO DEL "ALOJAMIENTO MODULAR CERO CO2" Y DE SUS POSIBLES CONFIGURACIONES") 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.

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

DOSSIER CASAS BIOCLIMÁTICAS ITER COMO LIVING-LAB DE ALOJAMIENTO TURÍSTICO BAJO EN CARBONO

Patrimonio Natural

Turismo Sostenible

Eficiencia Energética y Energías Renovables

SOS TUR MAC

Interreg
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
EUROPEAN UNION

MAC 2014-2020
Cooperación Territorial

ÍNDICE

ANTECENDENTES ***5***

INTRODUCCIÓN ***6***

- Living Lab CBITER 6
- Adaptación y mitigación del cambio climático 6
- Impacto del desarrollo turístico 7
- Laboratorios vivos: entornos experimentales 7
- Tipologías de laboratorios vivos 8

LIVING LAB CBITER ***15***

- Caracterización del Living Lab CBITER 15
- Entorno experimental 17
- Implementación de las estrategias bioclimáticas 33
- Fases de consolidación del laboratorio 48

MONITORIZACIÓN Y TESTEADO ***51***

- Estaciones meteorológicas 51
- Parametrización de las viviendas 52

RESULTADOS OBTENIDOS ***54***

- Microclima 54
- Urbanización bioclimática 60
- Viviendas bioclimáticas 63
- Vivienda bioclimática 1 'La Geria' y 2 "El Dispositivo" 69

CONCLUSIONES ***72***

ANEXO 1 DOSSIER LIVING LAB CBITER ***73***

ANTECENDENTES

El proyecto SOSTURMAC, co-financiado por el Programa Europeo INTERREG MAC 2014-2020, pretende aportar valor añadido a la oferta turística de Canarias y de Cabo Verde al orientarla a las nuevas tendencias del mercado ligadas con el turismo científico y de naturaleza y a la conciencia ambiental de los viajeros. Se trata de convertir el ecoturismo en una oportunidad de mejora socioeconómica y de conservación del medio ambiente del espacio de cooperación.

La Actividad 2.2.1 "Diseño del alojamiento modular Cero CO2 y de sus posibles configuraciones" promueve la creación de un nuevo producto complementario del turismo sostenible, el "alojamiento modular Cero CO2 SOSTURMAC". Éste se ha diseñado como infraestructura tecnológica avanzada idónea para entornos cercanos a espacios naturales protegidos, contribuyendo a su desarrollo sostenible.

Para ello, en primer lugar se analizaron casos de éxito de arquitecturas bajas en carbono, como las Casas Bioclimáticas ITER. La urbanización Casas Bioclimáticas ITER, ubicada al sur de la isla de Tenerife es un laboratorio bioclimático a escala real (Living-Lab), formado por 24 unidades alojativas diferentes diseñadas bajo criterios bioclimáticos y de integración de energías renovables. Transferir los conocimientos adquiridos por este alojamiento y consolidarlo como Living Lab y producto turístico, es uno de los principales objetivos del proyecto.

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis realizado sobre la Urbanización Casas Bioclimáticas ITER como caso de éxito de arquitecturas bajas en carbono.

INTRODUCCIÓN

Living Lab CBITER

En marzo de 1995, el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables ·ITER·, junto al Cabildo Insular de Tenerife, convoca un Concurso Internacional para la construcción de 25 viviendas bioclimáticas, avalado por la Unión Internacional de Arquitectos. La urbanización bioclimática formada finalmente por 24 ejemplos de arquitectura bioclimática pasa por 5 etapas hasta consolidarse como laboratorio vivo en Canarias. A lo largo de más de 25 años, se diseñan varios modelos residenciales a partir de los resultados del concurso, se ejecuta la urbanización a partir de la combinación de diferentes estrategias bioclimáticas, se definen patrones de diseño para la optimización del consumo energético y la generación sostenible de energía en viviendas unifamiliares para climas cálidos, se toman datos y se registran durante más de 10 años los parámetros ambientales que definen el ambiente interior y exterior de las casas y, posteriormente, se integran los parámetros físicos de la monitorización con los circunstanciales, fisiológicos y sociológicos gracias a los datos suministrados por los usuarios, incorporando nuevas tecnologías IoT y Big Data.

Actualmente, el Living Lab CBITER es un espacio de investigación creado a partir de entornos experimentales donde los usuarios[1] pasan a ser protagonistas de la ciencia y la investigación. Durante sus estancias se toman datos sobre su consumo de energía, se recogen datos a partir de paneles de usuario, de esta manera se les da la capacidad de ser algo más que una masa que intercambia calor con el ambiente (confort adaptativo) generando soluciones innovadoras de arquitectura sostenible según su posible grado de aceptación. Las actividades relacionadas con el Living Lab CBITER son fundamentales para mitigar los efectos del cambio climático y adaptar nuestros espacios a un futuro cambiante.

Adaptación y mitigación del cambio climático

Existe un consenso generalizado en la comunidad científica sobre el impacto sin precedentes que la quema de combustibles fósiles, el cambio de usos de suelo, la urbanización, los procesos industriales, los modos de consumo y, en definitiva, nuestro modelo de desarrollo, han generado en el sistema climático, incrementando la concentración de gases de efecto invernadero muy por encima de cualquier otro periodo conocido de la historia. La adaptación y la mitigación son las dos principales respuestas que se plantean desde hace ya tiempo al calentamiento global.

En este sentido, el ITER promueve desde hace más de 25 años el desarrollo sostenible en territorios insulares y desarrolla proyectos de investigación cuyos objetivos fundamentales coinciden con el Objetivo de Desarrollo Sostenible ODS 7, Energía asequible y no contaminante de la Agenda 2030[2]. Esto se traduce en el desarrollo de proyectos cuyo objetivo es la mejora de las capacidades e infraestructuras de I+D+i en el sector de las energías y la eficiencia energética de Canarias y Senegal – proyecto denominado MACLAB-PV-, la utilización de recursos renovables del Espacio Atlántico para abastecer el transporte local y apoyar una economía baja en carbono-SEAFUEL-, la revalorización sostenible del patrimonio natural y arquitectónico y desarrollo de iniciativas turísticas bajas en carbono en Canarias y Cabo Verde –SOSTURMAC-, el desarrollo de un avión solar remotamente pilotado de aproximadamente 2 metros de envergadura para misiones de vigilancia -HELIODRON-, el sistema de mantenimiento predictivo de aerogeneradores capaz de informar de cualquier anomalía en las diferentes partes que conforman la multiplicadora –SIMMULA-, entre otros.

Además de esto, las instalaciones de ITER situadas en el sur de Tenerife en el archipiélago canario, se ofrecen a Europa como plataforma experimental a escala real única en el sector de las energías renovables, la eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO2. El Living Lab CBITER forma parte de las instalaciones que definen esta plataforma experimental. Su principal motivo es

[1]Los usuarios de las unidades alojativas (residencial/ turística) del laboratorio vivo, son turistas que ocupan las casas bioclimáticas, en régimen de estancias cortas, 1-7 días de media. A lo largo de todo el presente documento, se hará mención de los usuarios de entornos experimentales, los visitantes de la urbanización bioclimática, los clientes de las Casas Bioclimáticas ITER, en todo caso, nos referimos a las mismas personas, pero desde puntos de vista diferentes.

[2] El 25 de septiembre de 2015, 193 países se comprometen con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y su cumplimiento para el año 2030.

mostrarse como una alternativa al turismo de masas. Es un laboratorio vivo en el que se validan fórmulas más viables, desde el punto de vista de la dependencia de combustibles fósiles, energía no sostenible y de arquitectura en territorios insulares. En él se testean y monitorizan, en tiempo real y en entornos experimentales, diferentes estrategias de arquitectura bioclimática.

El impacto de la edificación en la lucha contra el cambio climático no es despreciable, especialmente en lo relativo a su consumo energético. En nuestra vida diaria somos usuarios de más de un edificio: nuestra propia residencia y el lugar de trabajo, para empezar, pero también somos usuarios de otros edificios, como los que prestan servicios docentes, sanitarios, culturales, etc. En cada uno de ellos se consume energía para satisfacer las necesidades de calefacción, refrigeración, disponibilidad de agua caliente sanitaria, ventilación, iluminación, cocción, lavado, conservación de los alimentos, ofimática, etc. La suma de este consumo representa en España el 20% del consumo de energía final, un porcentaje que tiende, además, a incrementarse[3]. También del 36 % de las emisiones de CO2 en las ciudades[4].

La aplicación de estrategias bioclimáticas en edificios ya construidos y la renovación energética de edificios residenciales y especialmente turísticos es crucial para alcanzar los objetivos de ahorro energético y disminución de emisiones de CO2 a los que Europa se ha comprometido. Es fundamental, la formación de los profesionales en este sentido, pero también lo es, lograr un alto grado de aceptación de los usuarios antes de invertir grandes esfuerzos en la implementación masiva de nuevas tecnologías en la edificación y asegurar, de este modo, un avance más que necesario.

Impacto del desarrollo turístico

La valoración del impacto del desarrollo turístico fluctúa entre la consideración del turismo como generador de beneficios económicos, excluyendo los demás impactos o, por otra parte, se enfatiza su naturaleza socialmente y ambientalmente destructora. El turismo puede considerarse como una de las opciones de la recreación en las que hay un cambio de residencia habitual por un periodo de tiempo inferior a un año, en el caso de las unidades residenciales turísticas que conforman el Living Lab CB ITER, la estancia media es de 7 días. El turismo se define como el complejo conjunto de relaciones y fenómenos que se desprende de los desplazamientos y de las estancias temporales en un lugar determinado por parte de la gente que procede de otro lugar y que vieja por diversos motivos (Cals et al. 1991). Esta definición deja claro que es una actividad compleja y se compone de diversos elementos. La diversidad en las motivaciones del turista añade, si cabe, más pluralidad en el entendimiento de la actividad turística. Se habla de turismo de sol y playa, turismo cultural, deportivo, turismo de masas o minoritario, internacional o nacional, sostenible o fordista. La diversificación de la oferta que viene experimentando el sector turístico desde las últimas décadas del siglo XX dificulta su clasificación. El comportamiento del turista ha dejado de ser previsible y en su experiencia hay un mayor número de actividades y motivaciones diversas. Ante este contexto el paisaje ve realzada su importancia como factor de atracción.

El sitio adecuado para un asentamiento no es siempre el mejor desde el punto de vista "bioclimático". Intervienen muchos factores, desde los puramente económicos hasta los de oportunidad. La zona en la que se encuentra el Living Lab CBITER se eligió considerando múltiples factores, atendiendo a sus especiales condiciones climatológicas: vientos del noreste casi constantes, gran asolamiento, escasez de lluvias y aridez de su territorio; cuenta con la cercanía del mar, facilitando la posibilidad de desalación de agua de mar con energías renovables.

Laboratorios vivos: entornos experimentales

En el contexto de la innovación abierta en relación con las ciudades actuales, es preciso reducir ciertas barreras tecnológicas y mejorar la interoperabilidad de éstas. El papel de los laboratorios vivos como el Living Lab CBITER es facilitar el desarrollo de procesos simultáneos que creen productos y servicios centrados en las personas en el campo de las ciudades sostenibles.

El concepto de Living Lab o laboratorio vivo aparece según algunos autores a finales de los años 90, en comunidades científicas relacionadas con la arquitectura, la planificación y el diseño urbano.

[3] FUENTE: IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
[4] FUENTE: Congreso Edificios Inteligentes 2019.

Sus aportaciones se basan en el estudio de la experiencia y aceptación de los usuarios hacia estas soluciones arquitectónicas. William J. Mitchell, Kent Larson y Alex Pentland son oficialmente los primeros en acuñar el término en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), argumentando que un laboratorio vivo representa "una metodología de investigación centrada en el usuario como tal, para conocer su respuesta en tiempo real, crear prototipos y validar soluciones complejas en entornos de la vida real".

La Red Europea de Laboratorios Vivos (European Network of Living Labs, ENoLL) es actualmente la entidad responsable de la difusión de este concepto por Europa. En la plataforma ENoLL se registran hoy en día más de 150 living labs activos, divididos en 10 sectores:

Salud y bienestar	Smart cities & regions	Cultura y Creatividad	Energía	Movilidad
Inclusión Social	Innovación Social	Gobierno	Educación	Otros

Cuadro 1. Listado de sectores de living labs de ENoLL 2020 FUENTE: ENoLL 2020

Los laboratorios vivos son entornos experimentales donde los usuarios pasan a ser protagonistas de la ciencia y las nuevas tecnologías. Mediante el estudio y aplicación de los resultados obtenidos en living labs relacionados con la edificación se persigue obtener soluciones constructivas más amables y efectivas para el usuario, reduciendo la distancia entre el producto arquitectónico y su posterior uso. Los usuarios, antes como simples observadores, se transforman en colaboradores creativos en las fases de diseño y forman parte de la exploración de nuevas ideas constructivas.

Otro aspecto fundamental de los laboratorios vivos es que convierten el diseño en entornos creativos en los que participan diferentes actores: organismos públicos, inversores, usuarios, etc, involucrándolos a todos desde sus inicios. La idea es huir del modelo tradicional de desarrollo de un conocimiento científico sobre soluciones constructivas para posteriormente difundir los resultados entre los usuarios. Consiste, por el contrario, en generar conocimiento tácito sobre unos hechos que se asemejan a las prácticas de los usuarios y se incluye, desde el principio, a los poderes públicos que fomentan ciertos servicios o productos, a los inversores que eviten el "efecto de rebote" o un comportamiento inesperado del usuario o la aplicación incorrecta de innovaciones potencialmente sostenibles.

Los laboratorios vivos han ido adquiriendo cada vez más un indudable protagonismo en diversos ámbitos de la investigación de muy diversas áreas de conocimiento, sin embargo, el número de living labs asociados a la construcción sigue siendo muy bajo. El concepto de laboratorio vivo se utiliza ahora para la innovación en una amplia variedad de escenarios incluyendo el turismo, la publicidad, marketing y servicios TICs. Sea como sea, todos ellos tienen en común una metodología basada en el usuario como foco de las investigaciones.

Tipologías de laboratorios vivos

El Living Lab CBITER, es un laboratorio vivo que cumple con las premisas mencionadas anteriormente en el que además se incluyen dos aspectos fundamentales: por un lado, es un laboratorio vivo basado en perfiles de usuario (Panel Based Living Lab, PBLL) y por otro lado, es un laboratorio vivo en el que se valida la sostenibilidad (Sustainable Living Lab, SLL) en relación la implementación y uso de diferentes combinaciones de estrategias bioclimáticas aplicadas en modelos turísticos, la evaluación en tiempo real de la eficiencia energética de modelos residenciales en continuo funcionamiento, donde es el usuario el que cambia constantemente –régimen de visitas cortas-, los parámetros de confort térmico de los usuarios y la implementación de soluciones innovadoras de instalaciones de energías renovables y el grado de aceptación por parte de los usuarios.

La eficiencia energética constituye una pieza clave para el desarrollo de la economía, especialmente la insular. Además de los ahorros energéticos que se obtiene gracias a ella, se producen impactos socioeconómicos positivos relevantes al generar nuevas actividades económicas. El desarrollo del mercado de productos y servicios relacionados con la eficiencia energética está provocando

la inevitable transformación de las edificaciones, cuya envolvente, sistemas, equipos y materiales interiores se ven influenciados por la aparición de nuevas tecnologías que en la mayoría de los casos tienen sus orígenes en el laboratorio, en proyectos de I+D, y que responden a necesidades reales de las sociedades más avanzadas. El Living Lab CBITER sirve como base para implementar diseños constructivos innovadores y poder medir en tiempo real la eficacia de cada nuevo diseño, incluyendo el grado de aceptación de los usuarios.

En el Living Lab CBITER, se hace un estudio comparativo de los datos obtenidos mediante la monitorización de parámetros ambientales interiores (temperatura, humedad, velocidad del aire...) con los datos obtenidos a través de cuestionarios de satisfacción cumplimentados por los usuarios de las unidades residencial turísticas. El objetivo es aumentar el conocimiento sobre los resultados de la arquitectura bioclimática, mejorar la eficiencia energética a través del estudio de soluciones innovadoras adaptadas al usuario, aumentar el ahorro energético de las soluciones constructivas estudiadas mediante el estudio del confort adaptativo, fomentar el uso de estrategias bioclimáticas y promocionar la aplicación de soluciones innovadoras en eficiencia energética en alojamientos extra hoteleros en las islas.

Como ya se ha mencionado, existen multitud de sectores para los cuales los laboratorios vivos pueden resultar de gran utilidad, entre ellos el diseño sostenible de las ciudades y espacios habitables. Living Lab CBITER es un laboratorio vivo en el que se estudia la eficiencia energética de diferentes combinaciones de estrategias bioclimáticas e implementación de energías renovables en 24 modelos residenciales incluyendo el punto de vista del usuario para mejorar en la eficiencia también su propia comodidad.

Laboratorio basado en perfiles de usuario (Panel Based Living Lab, PBLL)

Si se considera a los laboratorios vivos según su método de innovación basada en una serie de perfiles de usuarios, se deben considerar dos aspectos fundamentales: (EJE 1) el primero se refiere precisamente a la característica principal de los laboratorios vivos, es decir, la participación de los usuarios en el proceso creativo; (EJE 2) el segundo, se refiere al contexto en el que se desarrolla la innovación.

En lo relativo a la participación de los usuarios, podemos observar una gran diversidad de prácticas. En un extremo del espectro, los usuarios son considerados como sujetos de observación, sería el caso del estudio de factores humanos, como son el caso de la ergonomía o la etnografía aplicada. En el otro extremo, los usuarios son creadores activos, como en el caso de los usuarios principales o las comunidades de código abierto. En un punto medio, se sitúan normalmente la mayoría de las metodologías aplicadas a la innovación, como es el diseño colaborativo, el pensamiento de diseño y la innovación impulsada por el diseño.

Siguiendo el primer eje, es decir, el nivel de participación de los usuarios en el proceso de innovación, es posible hacer una categorización de metodologías:

1. Centradas en el usuario. Los usuarios son en su mayoría sujetos pasivos de estudio. Este es el caso de las pruebas de usabilidad, en las que se consideran los factores humanos en la creación de una aplicación, la etnografía aplicada, etc.

2. De diseño impulsado. Los diseñadores toman la iniciativa. En este caso las metodologías se basan en el diseño que normalmente funciona en entornos de vida real; sin embargo, están dirigidas normalmente por diseñadores que buscan encontrar por sí mismos soluciones innovadoras.

3. Participativas. Los usuarios en estos casos son considerados en igualdad de condiciones con el resto de socios en un proceso de diseño participativo. El diseño participativo, particularmente en la tradición escandinava, y la investigación del diseño generativo pertenecen a esta categoría.

4. Impulsada por el usuario. En esta metodología, es el usuario quien impulsa el proceso de innovación. Tal es el caso del código abierto, los usuarios principales y los laboratorios vivos.

El segundo eje, es decir, en lo relativo al contexto en el que se desarrolla la innovación, se refleja en un punto clave de las metodologías de los laboratorios vivos, así como en otras metodologías de innovación abierta orientadas al usuario, ya sea en las que el proyecto se lleva a cabo en un entorno similar a un laboratorio o en entornos de la vida real en los que los usuarios normalmente llevarían a cabo sus ocupaciones habituales. Tradicionalmente, los experimentos se han llevado a cabo en

entornos de laboratorio que permiten un mayor control y una recopilación de datos más fácil. Sin embargo, las prácticas más recientes favorecen los entornos de la vida real a pesar de la pérdida de control que conllevan.

La determinación del mejor contexto (si es una vivienda, un hospital, una oficina, una ciudad, etc) se basa en gran medida en el tipo de conocimiento que los laboratorios vivos buscan de los usuarios. Por un lado, si el resultado de la participación del usuario es la obtención de conocimiento basado en el dominio, entonces un grupo cerrado de usuarios seleccionados funcionará bien. Por otro lado, un entorno de la vida real será más eficiente, si el objetivo es obtener conocimiento basado en el mercado, pronosticando las preferencias de los usuarios hacia una nueva solución que se beneficiaría de múltiples contribuciones y puntos de vista.

Laboratorio vivo			
TestBed Botnia	- Captura de las necesidades del usuario - Codiseño y diseño participativo - Recopilación dominio y conocimiento basado en el mercado	- Lugar para apreciar las oportunidades - Evacuación y validación de prototipos	- Es una colaboración PP - Facilita la implicación de múltiples partes interesadas en los proyectos
ILab.o	- Contextualización de prototipos para nuevos productos y servicios - Selección de 'usuarios correctos' es el elemento clave	- Enfocado a la recopilación y el dominio de datos - intento de toma de datos de un gran grupo de usuarios	- Es una colaboración PP - Facilita la implicación de múltiples partes interesadas en los proyectos
Helsinki Living Labs	- Necesita encontrar - Codiseño y diseño participativo	- Uso del contexto geográfico para seleccionar usuarios - Ensayos públicos y abiertos - Validación de prototipos	-E s una colaboración PP - La colaboración con las autoridades municipales y locales facilita los ensayos y la incorporación de nuevos productos y servicios
Catalán Living Labs	- Selección de usuarios relevantes - Fomento de emprendedores sociales y usuarios líderes - Recopilación dominio y conocimiento basado en el mercado	- Contextos especializados: hospitales, teatro, ópera, etc. - Grandes concursos públicos junto con pequeños ensayos especializados - Oportunidades inesperados debido al contexto de vida real	- Es una colaboración PP - Creación de demanda inicial, especialmente en el sector público, garantizando la sostenibilidad -Facilita los contextos de concursos públicos, muy relevantes en entornos de alta regulación

Cuadro 2. Implementación de las principales características del laboratorio vivo en los 4 laboratorios de referencia estudiados. FUENTE: Mapping Living Labs in the Landscape of Innovation Methologies, Esteve Almirall, Melissa Lee and Jonathan Wareham.

El enfoque de laboratorio vivo basado en perfiles de usuario puede facilitar y optimizar la participación del usuario. Algunas lecciones clave se extraen del estudio de casos concretos. A continuación, se resumen las diferentes fases del seguimiento de los laboratorios vivos por perfiles de usuarios.

- 1. Contextualización: La fase de contextualización tiene como objetivo capturar la información de fondo relevante y las ideas sobre el tema de la investigación. Esta información se utiliza para seleccionar un grupo de usuarios para participar en el proyecto
- 2. Selección: Para utilizar el criterio de experiencia del usuario para la selección del mismo, es necesario reclutar o utilizar paneles temáticos con un enfoque específico. Cuando la información que contienen los perfiles no es suficiente o los miembros del panel no tienen los criterios o características correctos, se necesita un aporte adicional. Sin embargo, este aporte también es una oportunidad para actualizar y ampliar su panel de laboratorio vivo existente. Cuando un panel no coincide con el proyecto del laboratorio vivo y hay un número insuficiente de usuarios con experiencia relevante disponible, es mejor no usar el laboratorio vivo para ese proyecto en particular.
- 3. Formalización: El elemento clave de esta fase es obtener una instantánea inicial, ex ante, del perfil de usuario que luego se puede comparar con una medición ex post, después de la introducción de la nueva tecnología o la innovación a validar.
- 4. Implementación: El proceso real de prueba y validación se lleva a cabo en la fase de implementación. Las mediciones directas están integradas en el dispositivo o en la plataforma y se implementan mediante el registro, lo que refleja los patrones de uso. Las mediciones indirectas apuntan a capturar los significados y el contexto de uso se llevan a cabo mediante una combinación de observación etnográfica y análisis cualitativo, como entrevistas en profundidad o ejercicios de grupos focales.
- 5. Feed-back: La medición ex post se realiza en esta fase. Los resultados se comparan con los obtenidos en las fases de contextualización e implementación y se utilizan para inferir y producir recomendaciones sobre la difusión e implementación concretas de la tecnología.

El enfoque basado en paneles o perfiles de usuarios de los laboratorios vivos, es un elemento más que se puede agregar a la propia estructura del laboratorio. Este enfoque se diferencia de los laboratorios vivos 'convencionales' porque implica una infraestructura de laboratorio más permanente, como es el caso del Living Lab CBITER. En este sentido, en lugar de poner al usuario o cliente como centro del proceso de innovación, se coloca un panel bien descrito y enfocado según un tema en particular. En relación a las etapas en la creación del laboratorio, a continuación, se resumen las ventajas del sistema basado en perfiles de usuarios:

Etapas	Living Lab convencional	Living Lab basado en perfiles de usuario
Contextualización	Exploración de las implicaciones tecnológicas y sociales de la tecnología o servicio bajo investigación; exploración tecnológica y estudio de vanguardia que identifica los conceptos relevantes.	La lectura horizontal que genera el panel, permite una permanente "contextualización" sobre los temas encuestados. Las encuestas recurrentes también permiten una fácil integración de un "nuevo" tema para propósitos de contextualización.
Selección	Identificación de usuarios potenciales o grupos de usuarios; esto puede hacerse a nivel sociodemográfico, basado en muestreo selectivo o criterio; Esto permite la variación teórica de conceptos previamente definidos.	Identificación de usuarios potenciales o grupos de usuarios; es solo una cuestión de seleccionar los perfiles correctos de la base de datos del panel. Esto evita la laboriosa y costosa encuesta y reclutamiento de perfiles de usuarios relevantes.

Etapas	Living Lab convencional	Living Lab basado en perfiles de usuario
Formalización	Medición inicial de los usuarios seleccionados en las características actuales, su comportamiento y sus percepciones con respecto al enfoque de investigación para permitir una medición ex post después de la fase de implementación.	En la mayoría de los casos (en parte) ya está presente en los datos del panel una medición inicial de los usuarios seleccionados sobre las características, el comportamiento y las percepciones actuales con respecto al enfoque de la investigación, por lo que solo un breve cuestionario adicional necesita ser completado por un conjunto seleccionado de paneles miembros. Esto consiste principalmente en una estimación de la actitud y la intención de adopción hacia el concepto de innovación.
Implementación	Fase de prueba operacional del laboratorio vivo; Métodos de búsqueda; análisis directo del uso por medio de técnicas de recolección remota de datos (por ejemplo, registro), análisis indirecto basado en, por ejemplo, grupos focales, entrevistas, técnicas de auto-informe.	El enfoque de panel también facilita mucho la fase de prueba de funcionamiento del living lab porque hay datos precisos y actualizados disponibles, lo que permite una selección y configuración óptimas de la fase de prueba con menos preocupaciones con respecto a la privacidad y otros aspectos relacionados, porque todos los miembros del panel han "consentido". Se garantiza una mejor colaboración, ya que los usuarios ya han aceptado ser parte de un panel de investigación.
Feedback	Medición ex post de los usuarios (mismas técnicas de medición inicial) y un conjunto de recomendaciones tecnológicas del análisis de los datos recopilados durante la fase de implementación.	Medición ex post de los usuarios posiblemente puede integrarse con las encuestas existentes enviadas a los miembros del panel. El hecho de que, después del proyecto de living lab, los usuarios sigan siendo parte del panel y se añadan los datos de la investigación a los datos existentes, garantiza una imagen más amplia sobre los diferentes proyectos de living labs.

Cuadro 3. Comparativa de la gestión de la innovación tecnológica entre diferentes tipologías de laboratorios vivos, septiembre 2012. FUENTE: www.timreview.ca

El perfil del usuario constituye el elemento básico para diseñar servicios de información, puesto que el individuo es generador permanente de la misma y hace uso de ella. Cada usuario tiene unos intereses, sus propias necesidades, unas motivaciones personales, de acuerdo con su desarrollo en un ambiente concreto, lo cual lo hace único e irrepetible.

El Living Lab CB ITER incluye en cada una de las unidades residencial turísticas una combinación diferente de estrategias bioclimáticas y soluciones innovadoras en relación a la adaptación y mitigación del cambio climático a través de soluciones de arquitectura sostenible.

Las unidades residenciales turísticas a su vez no son valoradas ni habitadas de la misma forma por todos los visitantes. Cada uno tiene sus motivaciones, sus propios objetivos y unas premisas que influyen en su manera de comportarse. Es muy importante conocer los perfiles de los distintos usuarios para preparar una respuesta, en este caso, relacionada con el turismo sostenible, para cada uno de ellos, de manera que su estancia cumpla con sus expectativas y su visita sea lo más gratificante posible. Si además de esto, se logra inducir una pauta en este comportamiento, la industria turística podría mejorar su estabilidad económica considerablemente.

Es cierto que cada persona es única, pero también lo es que su actuación se parecerá a la que realice un determinado colectivo. A grandes rasgos se pueden generar perfiles de consumo, confort y comportamiento. El perfil se construirá a partir de las características que identifica a un usuario de otro y de los factores de influencia que lo circundan. En el laboratorio vivo, se establecen perfiles de usuario tipo generales que quedan más definidos en base a la cantidad de datos obtenidos –monitorización y cuestionarios-. Desde que se dispone del perfil de los usuarios, se puede diseñar y desarrollar de acuerdo con las características comunes a los grupos principales de usuarios.

Se establece un perfil de consumo energético, el coste en relación al usuario de cada unidad residencial extrahotelera y su nivel de confort. Para ello se realiza una toma de datos personalizada e individualizada sobre los equipos de cada unidad residencial turística, la forma de uso de los mismos y el comportamiento frente a la energía de los usuarios de cada casa para un rango temporal concreto. Se hace una valoración del uso que se ha hecho de la vivienda en sí, que conlleva una serie de estrategias bioclimáticas y la implementación de soluciones concretas de energías renovables para esa unidad residencial turística.

Con estas variantes se establecen diferentes perfiles de usuario que, posteriormente, se utilizan para establecer el grado de evolución de las estrategias bioclimáticas puestas en marcha.

Laboratorio bioclimático (Sustainable Living Lab, SLL)

Los impactos del turismo se reconocen como el resultado de una compleja interacción de fenómenos. Hoy en día, en la valoración del impacto que ejerce el turismo en la sociedad que lo acoge (Canarias) se deben considerar términos como, la capacidad de carga de la población y el territorio local, los límites de tolerancia del área de destino y su población, la discontinuidad existente entre las causas y efectos del turismo, y en general su dinamismo a nivel internacional. El impacto del turismo depende en muchos casos de los procesos de toma de decisiones de los propios turistas. Los impactos del turismo son dinámicos y cambiantes al unísono con los correspondientes cambios en los lugares de destino, las características del viaje y los atributos personales y comportamentales de los turistas.

En lo relativo a las expectativas y la motivación de los turistas, las imágenes turísticas tienen un papel fundamental. Éstas incluyen tanto la percepción del turista de los lugares que escoge, como todos los recursos que emplean los intermediarios turísticos, los empresarios e instituciones que pretenden estimular, la motivación y la atracción del turista.

Se deben cruzar los datos sobre las expectativas y las motivaciones de los turistas, lo cual conlleva unos patrones de comportamiento en el territorio visitado que da lugar a la definición de su impacto en todos los sentidos –ambiental, cultural, territorial...-, que por supuesto seguirá siendo dinámico. El ITER estudia una pequeña parte de este impacto: según los perfiles de consumo definidos por los visitantes/ usuarios, la definición de su confort y su comportamiento en entornos experimentales y optimiza los resultados, generando más eficiencia energética y como no, comercial, por lo tanto también más confort adaptado a cada cliente; el objetivo fundamental es la sostenibilidad: es decir, que las expectativas de los visitantes se cumplan, su estancia sea agradable, repitan y sea posible mantener esta industria turística en el tiempo teniendo en cuenta nuestra capacidad de carga y límites de tolerancia.

En el Living Lab CBITER el entorno experimental queda definido por criterios de eficiencia energética, implementación de energías renovables y la investigación aplicada del confort adaptativo. Tras los datos obtenidos en la valoración subjetiva de las unidades residencial turísticas, se establece la relación directa entre una valoración positiva de la estética y la sensación personal de confort térmico. Las valoraciones se contrastan con los criterios obtenidos de demandas comerciales, confrontando éstos con la asignación de unidades residencial turísticas final. Es posible evaluar el rango de variabilidad, el diferencial entre los criterios comerciales de los alojamientos turísticos y los criterios de eficiencia energética, y tratar de acercarlos lo máximo posible.

LIVING LAB CBITER

Caracterización del Living Lab CBITER

El objetivo fundamental del Living Lab CBITER es el estudio experimental en entornos turísticos extrahoteleros con el usuario como protagonista con diferentes líneas de investigación relacionado con las energías renovables, la eficiencia y el ahorro energético, el confort adaptativo, la domótica y el grado de satisfacción de los clientes. Actualmente, el laboratorio se centra en la evaluación del confort adaptativo a través de la implementación de estrategias bioclimáticas en relación con las expectativas comerciales de espacios turísticos.

A continuación, se resumen las características principales del Living Lab CBITER como entorno experimental:

ENTORNO LIVING LAB CBITER			
Infraestructuras Técnicas	Entorno Experimental-Cooperación	Nivel De Transparencia-Protección De Datos	Nivel De Transparencia-Cooperación
- 24 unidades residencial turísticas, conjunto de estrategias bioclimáticas - Implementación de EERR - Domótica [5] - Sistema de monitorización, toma registro y valoración de datos	- Colaboración entidades públicas, empresas privadas y usuarios - ITER asesoramiento tecnológico Instalaciones ITER (laboratorio de fotovoltaica, laboratorio genómico, etc) - Visitas guiadas técnicas y público general (instalaciones ITER+ viviendas) - Estancias cortas científicas - Valor atrayente	- La mayoría de los datos e información generada por el laboratorio son públicos (online, real time, presentaciones...) pero algunos deben permanecer confidenciales (Ley de protección de datos).	- Creación de plataformas abiertas asociadas a determinados proyectos con datos compartidos con el consorcio. -Web de transparencia y transmisión de datos al público general y a los usuarios con contraseña (en desarrollo).
Comunidad	Contexto real	Rango temporal	Escala
- Comunidad de interés y práctica	- Alojamientos extrahoteleros en unidades residenciales turísticas con ciertas limitaciones (acceso a instalaciones de apoyo como cuartos de instalaciones, despensas, etc.)	- Largo plazo, sin la posibilidad de alojamiento permanente (<2 años)	-Gran escala (>500 usuarios al año)

[5] Poco relevante si se considera el Laboratorio vivo en su conjunto, sólo encontramos ejemplos de domótica en El Alisio.

ESTUDIO EXPERIMENTAL			
Evaluación	Contexto científico	Co-creación	Papel de los usuarios
-Múltiples posibilidades de feedback, evaluación, quejas y sugerencias (antes, durante y tras la estancia)	-Contexto de uso que se considera utilizando técnicas más avanzadas y es un elemento crítico que influye en el comportamiento de uso.	-La opinión del usuario es tenida en cuenta y a través de los resultados contrastados con los datos obtenidos en la monitorización se llevan mejoras en el entorno estudiado.	- Usuario protagonista, (tester)

Cuadro 4. Principales características del Living Lab CBITER, entorno experimental. FUENTE: ITER

Infraestructuras técnicas

Al evaluar o cocrear innovaciones, el componente técnico está disponible para los usuarios de prueba dentro del laboratorio vivo. La prueba de la innovación también incluye la supervisión del rendimiento técnico durante el uso y la no utilización de la innovación, esto se refiere exclusivamente a aquellos componentes técnicos vinculados directamente.

Entorno experimental-Partenariado

Diversas partes interesadas, desde socios industriales hasta usuarios y organizaciones de investigación, interactúan para desarrollar y evaluar cierto proceso, producto o servicio dentro del ecosistema del laboratorio vivo. Del mismo modo, los ecosistemas empresariales ad-hoc se construyen dentro de los proyectos de laboratorio vivo. Al crear un ecosistema, es importante crear valor para atraer y retener miembros y compartir el valor dentro del ecosistema. En la práctica, esto significa que hay un valor agregado para todos los socios involucrados, con el fin de crear compromiso e identificación a largo plazo con el laboratorio vivo o al menos en un nivel de proyecto.

En ITER, el valor añadido se basa en tener unificados diferentes laboratorios para poder vincular estudios o líneas de investigación de diferentes áreas relativas a las energías renovables y la eficiencia energética.

Nivel de Transparencia

Uno de los principios clave en los laboratorios vivos es que el proceso de innovación debe ser tan abierto como sea posible, porque una multitud de perspectivas podría acelerar el desarrollo y aportar ideas más innovadoras. Este tipo de investigación incluye dos niveles de transparencia, es decir, dentro de los límites de la propiedad intelectual se establecen los derechos (es decir, el grado de intercambio de conocimientos) y el grado en el que los nuevos socios son incorporados.

Comunidad

Los usuarios que participan en el laboratorio vivo son parte de una comunidad, que puede ir desde una “comunidad de interés” a una “comunidad de práctica”, si está o no geográficamente vinculado. Por ejemplo, en una comunidad de práctica, los miembros del panel están conectados informalmente por lo que hacen juntos y por lo que han aprendido a través de su compromiso mutuo en estas actividades. Es importante saber qué lleva a los usuarios a participar y contribuir para mantenerlos motivados y comprometidos.

Contexto real

Los usuarios deben ser estudiados dentro de un contexto de la vida real, lo que implica un contexto familiar que refleja el entorno natural de los usuarios tanto como posible. Por ejemplo, los usuarios

son estudiados dentro de su entorno doméstico en lugar de en un entorno de laboratorio.

Rango temporal

Esta característica se refiere a la duración del laboratorio vivo, y no de un solo proyecto de innovación lanzado dentro del laboratorio. Por ejemplo, a corto plazo la iniciativa de laboratorio vivo podría durar menos de seis meses, mientras que una iniciativa a largo plazo podría tener una duración de dos años, y una iniciativa a muy largo plazo podría tener una fecha de finalización indeterminada.

Escala

Un panel de laboratorio vivo a pequeña escala puede involucrar a menos de 100 usuarios, mientras que un laboratorio vivo a gran escala puede tener más de 500 usuarios. Los números se definen en el nivel genérico de la vida laboratorio, y no a nivel de proyecto porque el tipo de innovación o estudio de usuario definirá cuántos usuarios puede participar dentro del proyecto o actividad de investigación.

Evaluación, contexto científico y co-creación

Dentro de un entorno de laboratorio vivo, los usuarios de prueba participan a través de diferentes fases del ciclo de innovación en el que puede probar, evaluar y co-crear la innovación. Esto significa que los usuarios de prueba deben poder dar un resultado positivo o evaluación negativa de la innovación a través de, por ejemplo, encuestas o entrevistas en profundidad. Los usuarios de prueba tienen la oportunidad de dar forma a la innovación en interacción con investigadores y desarrolladores.

Papel/perfil de los usuarios

Leminen, Westerlund y Nystöm identificaron cuatro roles de usuarios distintos en living labs en función del grado de actividad del usuario y la visión de la empresa sobre la co-creación: i) informante, ii) tester, iii) contribuidor, y iv) co-creador. Suponemos que los roles de los usuarios dependen de la asignación de las empresas en la búsqueda de la integración de los usuarios en los laboratorios y el grado de actividad de los usuarios dentro de estas actividades de laboratorios vivos.

Entorno experimental

En este apartado se hace un resumen de los factores que determinan sus propias condiciones intrínsecas paisajísticas, geomorfológicas independientemente de las de su entorno y con sus características particulares propias:

- Físicos: geomorfología de la urbanización.
- Lumínicos: condiciones específicas relativas a la luz.
- Equilibrio ambiental: ruidos, vibraciones, (puerto, aerogeneradores, tráfico...)
- Paisajístico: con el medio circundante (zona industrial, paisaje protegido...)

Dejamos a un lado el estudio del microclima para centrarnos en el estudio del entorno más próximo del Living Lab CB ITER, urbanización basada en criterios bioclimáticos y de eficiencia energética.

Imagen 5. Instalaciones de ITER en el polígono industrial de Granadilla. FUENTE: ITER.

Integración de los espacios naturales

Los sistemas urbanos concentran grandes disfunciones ambientales debido a su dependencia de los recursos externos y a los residuos que generan y la planificación urbana debe orientarse a reducir los niveles de contaminación, de residuos y hacia una optimización en el consumo de recursos. En el Living Lab CB ITER se investigan soluciones innovadoras en cuanto a la gestión de residuos, la reducción de la contaminación urbana de urbanizaciones de baja densidad edificatoria y la eficiencia de los recursos energéticos. El Living Lab CBITER se encuentra en suelo industrial, con un impacto medio bajo de ruido debido a la proximidad de los aerogeneradores, su situación con respecto al aeropuerto sur Reina Sofía (distancia 5,41km, ciertas rutas de aviones sobrevuelan el laboratorio) y su relativa cercanía a la autopista del sur -2,1 km-. Los niveles de ruido en el interior de las unidades residenciales no superan nunca los 55 dBA. El Living Lab CBITER se caracteriza por su alejamiento de zonas urbanas –San Isidro y el Médano las más cercanas), por lo tanto predomina el sonido del mar y de su entorno natural –barranco, montaña volcánica, mar-, aunque su equilibrio ambiental, como en el resto de factores queda determinado por su especial naturaleza: al estar situado en una zona industrial con clara influencia de una serie de elementos significativos del paisaje (puerto de Granadilla, tráfico rodado, aeropuerto, central térmica, aerogeneradores, actividades de investigación asociadas a las instalaciones de ITER,...).

Interacción entre factores ambientales y factores bióticos

Predominan los paisajes abiertos a la visión, donde prevalecen las líneas horizontales y oblicuas. El paisaje costero en el que se incluye el Living Lab CBITER es abierto con el mar como fondo escénico. El cielo despejado y el mar se entienden a menudo ante nuestros ojos. Predominan otras coloraciones tales como verdes de la vegetación (que ofrecen variados tonos según la estacionalidad y tipo de cobertura) y el rojizo-terroso de laderas y el barrando. El complemento lo ponen las rocas volcánicas (playa de guijarros), los tonos blanquecinos de las pumitas, en contraste con el negro de la vegetación en ciertas épocas del año más secas. En cuanto a las tonalidades, predominan claros sobre los oscuros en la zona costera de Granadilla, mucho más soleada que en las partes más altas del municipio al que también contribuye el sustrato rocoso (pumitas) y la presencia de vegetación autóctona costera de pequeño porte y dispersa. Los volúmenes más destacados en general son los tridimensionales de las estructuras geológicas (conos volcánicos) y las grandes infraestructuras insulares (puerto, aeropuerto, autopista). Dominan el paisaje todo tipo de líneas: las oblicuas, las forma el cauce del barranco, que discurre sinuoso hacia el mar, y las rampas lávicas que caracterizan el territorio, siendo líneas de fuerza dentro del paisaje. Las líneas horizontales, están dominadas por la línea de horizonte sobre el mar. Estas líneas también aparecen en bancales y en alineaciones de edificaciones. Las líneas verticales que se detectan en el paisaje (central térmica) derivan de las formaciones arbóreas y de los postes de tendidos eléctricos y telefónicos que cruzan determinados ámbitos cercanos al laboratorio (paralelo a la autopista básicamente).

El agua llega a ser un componente importante caracterizado por el mar que, por su color y textura añade un gran contraste con el paisaje de tierra. El concepto de borde cobra especial importancia en el Living Lab CBITER, más bien por la carencia de una línea limítrofe claro entre usos muy diferentes (industrial, residencial, portuario) con una importante presencia en el paisaje. En el laboratorio es difícil separar los efectos de factores ambientales de los factores bióticos sobre los ecosistemas. La interacción de los factores ambientales y las características biológicas forman un nuevo ecosistema híbrido (ecotono, litoral). Los litorales constituyen áreas de amplitud variable con diferentes rangos de interferencia entre los sistemas terrestres y marinos. La mayoría de las actividades económicas

requieren de algún uso de los recursos naturales y como consecuencia dejan huellas en los ecosistemas. La intervención insostenible tiende a recortar el paisaje en bloques y franjas costeras con bordes muy abruptos, lo que causa la eliminación de los gradientes naturales y los ecotonos. Un patrón de consumo insostenible que utiliza cantidades excesivas de recursos naturales (turismo de masas) y genera grandes cantidades de desperdicios es lo que causa la degradación de los ecosistemas, por lo que la protección de los ecosistemas naturales, es un aspecto decisivo para el desarrollo sostenible que requiere acciones inmediatas.

Accesibilidad solar

Las unidades residenciales están diseñadas de manera que queda garantizado un mínimo de horas de sol en los días más cortos de invierno. El diseño de las calles de la urbanización (orientación, ancho, altura de edificación) hace posible que las unidades residenciales aprovechen la luz solar (temperatura e iluminación) en una correcta orientación de sus fachadas según los condicionantes específicos de cada una de ellas.

Topografía y régimen de vientos

La situación topográfica ha sido resuelta con criterios bioclimáticos. La protección de los vientos cuando las temperaturas son más bajas y el aprovechamiento de las brisas (marina, maresía) cuando las temperaturas son más altas han condicionado el trazado de las calles y la posición relativa de las unidades residenciales, especialmente en lo relativo a la elección de barreras cortavientos.

Percepción del movimiento del aire

La percepción y, consecuentemente, el uso de los espacios abiertos está muy influenciado por las condiciones microclimáticas (temperatura del aire, humedad, velocidad del viento, flujos de radiación), así como por parámetros personales. La temperatura del aire es muy difícil de percibir, en parte porque es modificada por el efecto del viento.

Imagen 9. Alisios, efecto Foehn, Isla de Tenerife, Teide 3.718 m.s.m.
Fuente: wordpress.comlla. FUENTE: ITER.

Hay una gran diferencia de color entre la abundante vegetación en el norte de la isla de Tenerife, en contraste con el sur de la isla. El efecto Föhn hace que en unos pocos kilómetros tengamos un cambio brusco de clima. El viento predominante (alisios) provocados por el Anticiclón de las Azores, recorre kilómetros de mar adentro, cargándose de vapor de agua y se encuentra con el Teide (3.718m) como obstáculo, donde el aire se enfría y el vapor de agua se condensa.

El viento tiene varias escalas de presencia, las que parten desde la capa atmosférica, asociada al movimiento por cambios de presión por temperatura, desde donde se van desplazando y descendiendo por la atmósfera hasta llegar a la superficie del planeta. Al chocar con la rugosidad dela topografía de la tierra, los vientos vuelven a modificar su dirección e intensidad.

Ya en la dimensión geográfica, podemos empezar a considerar la escala urbana: al introducirse en la urbanización, los vientos son modificados nuevamente por la morfología del laboratorio, hasta llegar al cañón urbano o calle de la urbanización donde se sitúa el espacio público. En el caso de

la urbanización bioclimática, la densidad edificatoria es muy baja, por lo tanto, la fuerza del viento disminuye, pero en una medida poco significativa. En esta microescala es donde el diseño urbano puede contribuir en su modelamiento, por ejemplo, mediante una barrera vegetal (tarajales) antes de que el viento procedente del Noreste entre en la urbanización.

El movimiento continuo del aire satisface necesidades vitales para la supervivencia de los seres vivos. También es una necesidad básica para el bienestar térmico y el confort ambiental, como hemos visto en los gráficos (Olgyay), la velocidad del aire traslada las líneas de temperatura a zonas confortables en el laboratorio vivo. El viento disipa por convección el calor excesivo del cuerpo y favorece la evaporación a través de la transpiración. El viento es uno de los elementos climáticos relevantes en Granadilla de Abona, donde se sitúa el laboratorio al aire libre a escala real, es fundamental en cuanto a definir los parámetros de habitabilidad del espacio público, contribuye a la dispersión del aire contaminado y al confort humano en la medida en que exista un adecuado manejo de las formas edificatorias (Cargía Chavez, 1995).

Nº de Beaufort	Velocidad del viento (m/s)	Denominación	Efectos en tierra
0	0-0,5	Calma	Calma, el humo asciende verticalmente
1	0,6-1,5	Ventolina	El humo indica la dirección del viento
2	1,6-3,3	Flojito (Brisa muy débil)	Se caen las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos de los campos
3	3,4-5,4	**Flojo** (Brisa Ligera)	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	5,5-7,9	**Bonancible** (Brisa moderada)	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	8,0-10,7	**Fresquito** (Brisa fresca)	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	10,8-13,8	Fresco (Brisa fuerte)	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas
7	13,9-17,1	Frescachón (Viento fuerte)	Se mueven los árboles grandes, dificultad para caminar contra el viento
8	17,2-20,7	Temporal (Viento duro)	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas muy difícil, los vehículos se mueven por sí mismos.
9	20,8-24,4	Temporal fuerte (Muy duro)	Daños en árboles, imposible caminar con normalidad. Se empiezan a dañar las construcciones. Arrastre de vehículos.

Nº de Beaufort	Velocidad del viento (m/s)	Denominación	Efectos en tierra
10	24,5-28,4	Temporal duro (Temporal)	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones. Daños mayores en objetos a la intemperie.
11	28,5-29,0	Temporal muy duro (Borrasca)	Destrucción en todas partes, lluvias muy intensas, inundaciones muy altas. Voladura de personas y de otros muchos objetos.
12	+ de 29,0	Temporal huracanado (Huracán)	Voladura de vehículos, árboles, casas, techos y personas. Puede generar un huracán o tifón

Cuadro 6. Escala de Beaufort de la fuerza de los vientos según percepción. Rango medio en las instalaciones del Living Lab CBITER. FUENTE: Beaufort.

La evolución del estudio del viento a lo largo de la historia ha pasado por diferentes etapas, desde la observación intuitiva hasta el desarrollo de softwares que generan simulaciones del viento en diferentes contextos. Hoy en día, se utilizan varios métodos de manera simultánea para corroborar los datos y alcanzar cada vez una mayor precisión en los estudios.

Es cada vez más necesario incorporar principios de ventilación urbana para mejorar la calidad del aire dentro de los cañones urbanos. También sean ido incorporando estudios aerodinámicos en el caso de edificios altos, no sólo por razones estructurales, sino también para no producir incomodidad con las ráfagas de viento que descienden por las fachadas de los edificios.

En general, es posible resumir los estudios para vientos fuertes y débiles. Los criterios de sostenibilidad y medio ambiente que dirigen el diseño urbano del siglo XXI consideran el factor del viento como un elemento significativo para el diseño bioclimático de las ciudades. El Living Lab CBITER, a escala real, es una plataforma experimental donde es posible incorporar varios estudios a la vez: túnel de viento (instalaciones propias), ensayos in situ y modelación.

Calidad del aire

Las principales fuentes de contaminación antropogénica en la zona de Granadilla de Abona son:

- La central térmica de Granadilla
- El tráfico rodado (autopista del sur), y
- Más al sur, el núcleo urbano de Playa de las Américas.

Debido a la ubicación espacial del archipiélago canario, próximo al continente africano, las intromisiones de polvo sahariano son una importante fuente de material articulado especialmente en invierno en las capas más bajas de la atmósfera.

Según un estudio [6] realizado por la UPC para el Cabildo de Tenerife, Área de Sostenibilidad, Territorio y Medio Ambiente, en junio de 2008, en el que se analizan el dióxido de azufre (SO2), los óxidos de nitrógeno (NOx) y el material particulado, a partir de 7 estaciones de medición:

	Altitud (m)	Longitud	Latitud
Médano	12	28°6'41,05''	28°2'50,05"

[6] Anexo III: Análisis de datos de las estaciones de calidad situadas en el sur de Tenerife.

	Altitud (m)	Longitud	Latitud
San Miguel de Tajao	30	16°28'17,89"	28°6'41,05"
El Río	500	16°31'25,21"	28°8'42,17"
Granadilla	580	16°34'39,39"	28°6'45,09"
San Isidro	235	16°33'35,36"	28°4'48,24"
Las Galletas	3	16°39'20,89"	28°0'28,03"
Buzanada	308	16°39'10,33"	28°4'21,41"

Cuadro 7. Estaciones de calidad del aire situadas en el sur de Tenerife FUENTE: UPC [7] .

Las emisiones de NOx provienen principalmente de fuentes antropogénicas de procesos de combustión en los que el nitrógeno del aire es oxidado a óxidos de nitrógeno. Observando los valores promedios horarios de las 7 estaciones consideradas el conjunto de valores se encuentra por debajo del valor límite legislado (200µg/m3), en su mayoría por debajo de los 50 µg/m3 con lo que el nivel de fondo dista considerablemente de la concentración límite.

En las estaciones de San Miguel y Granadilla se observa un salto en los valores de inmisión; la tendencia descrita por los niveles de Granadilla el 20 de abril de 2004 (de 20 µg/m3 a 7 µg/m3). Estos cambios pueden ser debidos a un reajuste del límite de detección en ese aparato específico.

Respecto a los valores promedio anuales para los óxidos de nitrógeno en las 7 estaciones analizadas se puede observar que ninguna de ellas supera el valor límite marcado por la legislación para el NO2 (40 µg/m3).

No obstante, el promedio anual para el NOx en la estación de Granadilla (30,68 µg/m3) supera el valor límite legislado (30 µg/m3) de protección de la vegetación. Aunque los valores de estos contaminantes son relativamente semejantes de una estación a la otra, la estación de Granadilla es la que presenta mayores valores tanto de NOx (30,68µg/m3) como de NO2(19,18µg/m3).

El SO2 es un contaminante que proviene del azufre contenido en los combustibles fósiles como el carbón o el gasoil que se oxida totalmente a dióxido de azufre en el proceso de combustión. Las principales fuentes de emisión son la central térmica, refinería de petróleo y el transporte rodado.

Las concentraciones horarias de dióxido de azufre no sobrepasan el valor límite (350 µg/m3) en ninguna de las estaciones. Los valores obtenidos en las 7 estaciones se encuentran considerablemente por debajo del valor límite legislado. La estación de Granadilla describe un comportamiento atípico en 4 episodios muy determinados en los que se observan sendos picos (el 1 de Julio con un valor máximo de 58,6µg/m3, 28 de Julio; 123,7 µg/m3, 30 de agosto; 69,7 µg/m3 y 3 de octubre; 43,0 µg/m3).

[7] Análisis de datos de las estaciones de calidad situadas en el sur de Tenerife.

Al analizar los datos promedios diarios se observa que las estaciones superan el valor límite de 50 µg/m3 en varias ocasiones (Granadilla 46). El valor límite diario se puede superar en 35 ocasiones en un año civil (entrada en vigor en 2005 y 7 a partir de 2010), por lo tanto, la estación de Granadilla, en caso de ser perfectamente comparables los valores de partículas en suspensión total (PST) y PM 10, estaría incumpliendo la legislación vigente. Analizando los datos temporalmente se observan valores especialmente elevados (superiores a los 350 µg/m3) en todas las estaciones a principios de marzo de 2004 (del 4 al 7 especialmente). Estos niveles de material particulado fueron debidos a un episodio de polvo africano que afectó la isla de Tenerife en las capas bajas y medianas de la atmósfera (1-1.5km) concentrándose por debajo de la capa de mezcla. La influencia de una fuente natural, las intrusiones de polvo provenientes del Sahara provocan niveles de material particulado elevados en determinados periodos del año, especialmente en los meses de febrero y marzo. Estos episodios de calima pueden ser más frecuentes debidos al cambio climático.

Mareas y temperatura de las aguas

Las mareas en Canarias son semidiurnas (pleamares y bajamares repetidas dos veces cada 12 horas 50 minutos a lo largo del día lunar). Puede haber variaciones según la isla y orientación, pero en general el nivel medio de su amplitud se mantiene en torno a los 1,2 – 1,3 m durante los doces meses del año, sin que experimenten marcadas oscilaciones.

Según el mareógrafo emplazado en Granadilla, por ejemplo, la amplitud máxima de la marea registrada en 2009 fue de 2,52 m, con una media de 1,6 m, pleamar máxima de 2,89 m en agosto, y 0,37 m de bajamar máxima repetida en enero y febrero (mediciones a partir del cero local). Estos datos son parecidos a los de 2008 pero de carácter orientativo, ya que los ciclos mareales se desarrollan en 19 años y para caracterizarlos estadísticamente es preciso disponer al menos de una serie de 9 años.

Las pleamares y bajamares máximas en las islas occidentales suelen ocurrir entre marzo y abril. En Granadilla se aprecia la tendencia, pero la pleamar máxima absoluta se produce en agosto, alcanzando niveles próximos a los 3 m.

La época del año en la que el agua está más caliente dura 2,9 meses, del 7 de agosto al 4 de noviembre, con una temperatura promedio superior a 23°C. El día del año (2019) en el que el agua ha estado más caliente es el 22 de septiembre, con una temperatura promedio de 24°C. El agua está más fría de enero a mayo, con una temperatura promedio inferior a 20°C. El 1 de marzo (2019) ha sido cuando el agua ha estado más fría (19°C).

Calidad de las aguas

Según el Observatorio Ambiental de Granadilla (OAG), las aguas de Granadilla son oligotróficas y presentan niveles muy bajos o nulos de contaminación química y microbiológica, reflejando una composición normal de aguas en estado de conservación favorable en Canarias. Las temperaturas registradas en la zona durante la última década revelan una elevación general de un grado, asociada al cambio climático.

Modelos de urbanización

Se debería considerar la planificación con densidades moderadas o altas, frente a la baja densidad de unidades residenciales dispersas cuyos costes de infraestructuras, energéticos e impacto sobre todo en el medio circundante son muy elevados. La baja densidad edificatoria se caracteriza por una gran ocupación del suelo, en el que las unidades residenciales dejan grandes espacios libres entre ellas. Este modelo puede resultar de gran atractivo desde el punto de vista turístico, no tanto desde el punto de vista de aprovechamiento económico de la inversión. El incremento del transporte conlleva un aumento de las emisiones de CO_2. En ejemplos de arquitectura compacta se reducen las distancias, es necesaria menos superficie de calles a urbanizar, con el consiguiente ahorro de energía; menos metros lineales de servicios urbanos (agua, saneamiento, electricidad...) con el ahorro en construcción, reparaciones y en perdidas, menos superficie que iluminar, menos distancias que recorrer, lo que conlleva al uso de un transporte más sostenible.

Gráfico 2. Plano de situación de las instalaciones de ITER, incluyendo el Living Lab CBITER. FUENTE: propia.

Aspectos constructivos

Se puede lograr un ahorro energético sustancial mediante el uso de materiales con características apropiadas para evitar las pérdidas o dispositivos que reduzcan el consumo, así como técnicas de diseño para maximizar el uso de la luz natural y minimizar los efectos del clima.

Energía Solar pasiva

Para la calefacción solar pasiva, existen 4 configuraciones: ganancia directa (grandes áreas orientadas al sur), indirecta (como muros y techos de almacenamiento), aislada (superficie de absorción no integrada en la vivienda, que luego transfiere el calor) y de ganancia mixta (usa las ventajas de los tres primeros sistemas).

Para la refrigeración solar pasiva, se emplea, por ejemplo, un sistema de ganancia indirecta usando muros o techos de almacenamiento (inercia térmica).

Un diseño bioclimático puede ahorrar un 70% de los costes de calefacción, produciendo un coste adicional que varía desde cero a un 20% en casas extremos.

Movimientos verticales del flujo del aire en la edificación

Efecto chimenea

El efecto de chimenea es un movimiento natural causado por diferencias térmicas y de presión del aire entre los distintos estratos, y se presenta en todo edificio, ya sea operándose por sistemas mecánicos o naturales. Este continuo movimiento debe ser considerado en toda predicción para el confort interior y enfriamiento de cualquier construcción. Torres eólicas

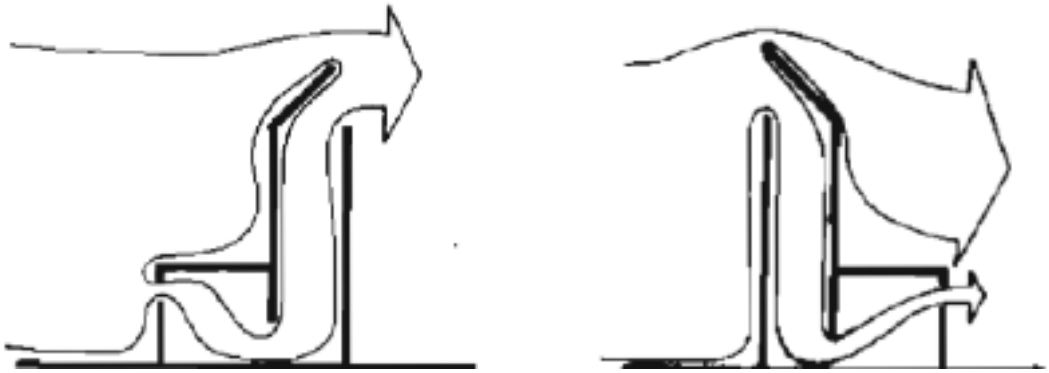


Figura 5. Efecto positivo (derecha) y negativo (izq.) de chimenea "Malkaaf Hawah". Fuente: García y Fuentes .

La torre típica se asemeja a una chimenea, su extremo inferior se abre al sótano y el superior sobresale del techo (La Duna). La parte superior de la torre está dividida en varias canalizaciones verticales de aire que terminan en aperturas laterales.

Bóvedas y cúpulas

Los techos curvos son otra fuente de bienestar en climas cálidos (Las Bóvedas, unidad residencial del Living Lab CBITER). Los techos curvos, cilíndricos o semiesféricos ofrecen muchas ventajas respecto a los techos planos, además de las evidentes ventajas estructurales.

Patios y atrios

Los patios interiores y exteriores han sido usados en el Living Lab CBITER en la unidad residencial El Patio, El Cubo, La Tea, La Geria, El Escudo, entre otros. Su uso ha sido empleado principalmente por razones de control climática (protección frente al viento), privacidad y seguridad. El atrio tradicional es una invención griega que posteriormente fue adaptada y usada desde los romanos. El atrio contemporáneo es diseñado por funciones estéticas y fundamentalmente de control climático. Un atrio sellado, generalmente incrementa la humedad del espacio interior, lo cual es una ventaja en condiciones secas, pero una desventaja en condiciones húmedas.

El invernadero o espacio solar es un elemento de bajo costo, fácil construcción y mantenimiento que se puede incluir en la edificación para proveerlo de un espacio agradable con gran ganancia de calor e iluminación.

También es posible invertir el ciclo de las corrientes de aire para lograr enfriamiento dentro de los locales habitables.

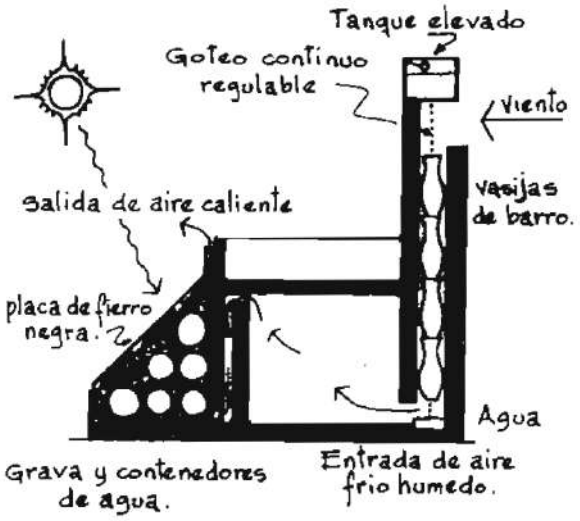


Figura 6. Efecto invernadero aplicado para enfriamiento. Fuente: García y Fuentes [9].

[8], [9] J. Roberto García Chávez; Victor Fuentes Freixanet: Arquitectura Bioclimática y Energía Solar. Viento y Arquitectura. Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Medio Ambiente para el Diseño, 1985.

Vegetación en el entorno próximo

Las especies y porte de los árboles y vegetación, en el caso de la urbanización bioclimática en su mayoría vegetación autóctona, son los elementos más completos para adaptar y proteger los espacios libres, para mantener el equilibrio del ecosistema de la urbanización y favorecer la composición atmosférica, la velocidad del aire o la humedad ambiental.

Dadas las condiciones climáticas y de fuerte viento, no se puede dar vegetación de alto porte en la ubicación del laboratorio bioclimático CBITER.

Las formaciones vegetales presentan mayoritariamente una monoespecificidad (tabaibal-cardonal). Fisionómicamente, las de porte inferior (herbáceo y arbustivo) se estructuran de forma horizontal; disponiéndose en rampas (playa), laderas (laboratorio) y cauces de barrancos, permitiendo la visión hasta el horizonte.

En el cardonal-tabaibal las hojas son de reducido tamaño (tabaibas) o transformadas en espinas (como en los cardones) con el fin de evitar la pérdida de agua por transpiración. Los tallos son gruesos y suculentos para almacenar agua en su interior. Durante las épocas secas, pierden las hojas (tabaibas).

Imagen 11. Integración de la flora en el entorno natural de Granadilla de Abona. Fuente: ITER.

La vegetación es necesaria para la supervivencia de animales. Una oportuna selección de especies que constituyen los espacios verdes del laboratorio vivo, garantían fuentes de alimento, cobijo y descanso a muchos animales que, entre otros aspectos, impiden la generación de plagas derivadas de las localizaciones urbanas de baja densidad.

La aplicación más extendida de la vegetación dentro del ámbito urbano (Living Lab CBITER) es el control de la radiación solar, junto con el control del viento. En grandes espacios con edificación de baja densidad, las masas arboladas (tarajales) tienen una gran influencia en la velocidad del viento, y pueden reducir la velocidad hasta un tercio, en comparación con la que habría en "campo abierto". El grado de protección de las barreras vegetales depende básicamente de la velocidad y dirección del viento, de las dimensiones de la barrera (altura, anchura y longitud), de la densidad y penetrabilidad del material vegetal que la constituye y finalmente de su morfología.

La reducción de la temperatura ambiente y el aumento en la humedad del aire en presencia de vegetación, se debe al efecto de sombra proyectada sobre diferentes superficies, pero sobre todo al fenómeno de evapotranspiración (enfriamiento evaporativvo del agua que transpiran las plantas), otra pequeña contribución se debe a la humedad del suelo.

- El ahorro energético en dos unidades residenciales idénticas, una expuesta al viento y otra protegida por una barrera de árboles es de 22,9% con respecto a la no protegida[10] . La misma unidad habitacional antes y después de protegerla con vegetación varía en su consumo energético hasta un 60% durante los días más cálidos del verano y 30-40% para todo el año (John H. Parker, 1983)[11].

El ahorro de energía está también relacionado con la producción de GEI como el CO2 y el ozono O3. La vegetación es además un indicador de la presencia de contaminantes peligrosos, absorbente de substancias contaminantes o bien sirve como filtro de partículas sólidas suspendidas en el aire, además de producir oxígeno mediante la fotosíntesis y la depuración bacteriana, en este sentido trabaja de la mano del viento.

La vegetación también tiene cierta influencia en la atenuación del sonido y cualitativamente, en la consistencia información reportada.

Las superficies impermeables como el hormigón o el asfalto (calles principales del laboratorio), concentran los flujos de agua y permiten que ésta golpee con fuerza las partes de suelo desprotegidas causando una acelerada erosión de éste. Las hojas de los árboles y demás coberturas vegetales, interceptan las gotas de lluvia y dosifican su paso hacia el suelo, por otro lado, sus raíces lo retienen, minimizando la erosión. Además de permitir el paso del agua hacia el subsuelo y evitar la sobrecarga de la red de drenaje, al mismo tiempo que recargan los mantos acuíferos.

La vegetación en el laboratorio vivo tiene también beneficios psicológicos, sobre el estado anímico

[10] Robinette, G. O. "Landscape Planning for Energy Conservation", Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1983.
[11] Parker, J., H., "The effectiviness of vegetation on residencial cooling", Florida Intenational University, Energy and Buildings, Vol. 2, No. 2, 1983. pp. 123-132.

Imagen 12. Flora de la urbanización: Euphorbia balsamifera (tabaiba dulce); Euphorbia canariensis (cardón); Dracaena draco (drago); Phoenix canariensis (palmera); Tamarix canariensis (tarajal); Plocama pendula (bolo); Ceropegia fusca; Euphorbia obtusifolia (tabaiba amarga); Launaea arborencens (aulaga). Fuente: Varias.

de los individuos (sensación de serenidad y reposo), además de suponer un reclamo turístico.

Efectos de la vegetación en los vientos locales

La vegetación forma parte de la rugosidad y por tanto de la fricción superficial, la que determina el flujo del viento cerca de la superficie de la tierra. Existen 4 formas básica para controlar el viento, dentro de las cuales la vegetación tiene gran eficacia: (1) Obstrucción, (2) Filtración, (3) Deflexión y (4) Canalización.

En función de la dirección del viento, éste actúa directamente sobre las fachadas de las viviendas que conforman el laboratorio vivo, se filtra entre ellas y, de acuerdo con la separación, se producen aceleraciones entre los edificios.

La obstrucción de los árboles reduce considerablemente la velocidad del viento e incrementa la

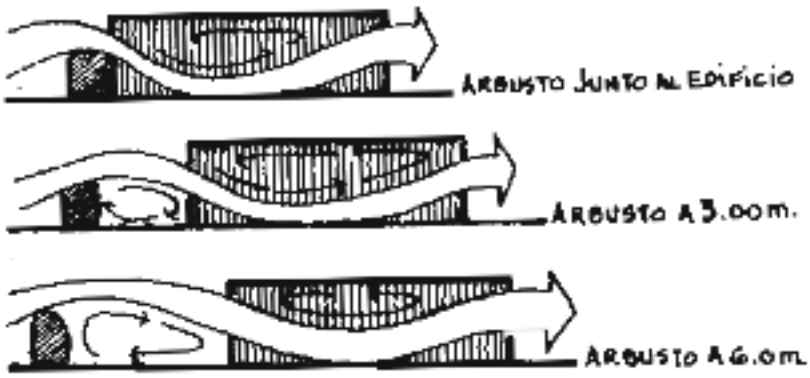


Figura 7. Sistemas de ventilación natural y diseño de elementos vegetales. Fuente: García y Fuentes[12].

resistencia al flujo, mientras que la filtración reduce en menor medida la velocidad del viento y dosifica el paso del flujo. A través de la deflexión, el viento se puede evitar o canalizar hacia zonas donde se requiera (Rosas Lusett, 2010). Si tenemos un edificio mal orientado con respecto al viento, podemos crear zonas de alta o baja presión con ayuda de la vegetación e inducir de esta manera un flujo de aire favorable dentro del edificio.

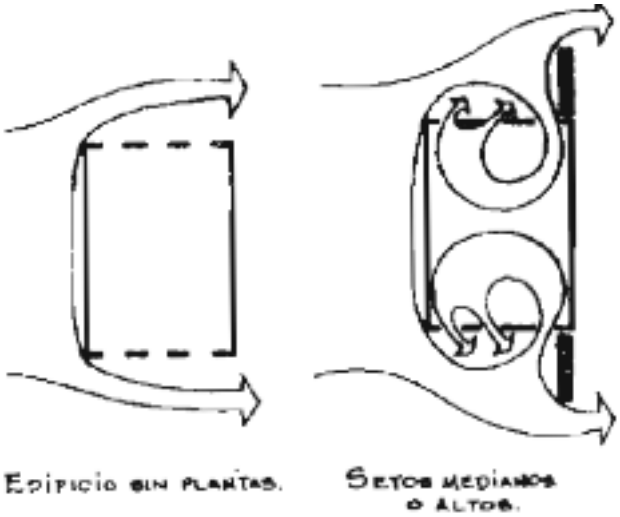


Figura 8. Efectos de la vegetación sobre el flujo del aire en un edificio mal orientado (girado 90° con respecto al viento). Fuente: García y Fuentes .

Viento, vegetación y diseño urbano

En resumen, la vegetación también tiene efectos no climáticos, que pueden contribuir a la sensación de bienestar en los espacios exteriores, controlando el ruido urbano, produciendo oxígeno, reteniendo polvo y materias sólidas suspendidas en el aire, indicando la presencia de contaminantes, purificando el agua, evitando la erosión del suelo y proporcionando un hábitat para la fauna autóctona.

La vegetación también puede ser muy efectiva como barrera o pantalla visual, proporcionando privacidad, cobijo, eliminando vistas no deseadas. Éstas pueden dirigir la vista de un observador hacia una dirección en particular, o bien enmarcar un paisaje determinado.

[12] Robinette, G. O. "Landscape Planning for Energy Conservation", Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1983.

[13] J. Roberto García Chávez; Victor Fuentes Freixanet: Arquitectura Bioclimática y Energía Solar. Viento y Arquitectura. Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Medio Ambiente para el Diseño, 1985.

La vegetación en el laboratorio bioclimático también ayuda a conformar espacios, creando o limitando zonas, utilizando tapizantes como suelo, setos como muros, techos vegetales, cubiertas ajardinadas. No es posible crear inmediatamente este tipo de espacios, ya que en ocasiones pueden tardar varios años en crecer los árboles o la vegetación en pérgolas hasta que cumpla la función para la que ha sido diseñada.

También es posible reducir el disconfort visual, evitando los deslumbramientos.

Al incidir el viento contra la cara de un edificio (barlovento) se crea una zona de alta presión o presión positiva. Al ascender el viento se crea una zona de baja presión sobre el techo o presión negativa. Esta zona de baja presión se extiende detrás de la edificación y tira del flujo de aire de regreso hacia el suelo (sotavento). Una distribución de presión y flujo similares se encuentra en la planta de un edificio.

En resumen, según J. Roberto García y Víctor Fuentes[14], la vegetación en relación con el laboratorio vivo puede tener los siguientes usos:

Abastecimiento de agua

Arquitectónicos	• Control de la privacidad • Articulación del espacio • Manejo de visuales
Ingenieriles	• Acondicionamiento y purificación del aire • Control de la erosión • Control acústico • Control lumínico • Control de la contaminación (tráfico)
Climáticos	• Control solar (térmico) • Control del viento • Control de humedad y lluvia (higrotérmico)
Estéticos	• Barreras visuales • Integración estética arquitectónica • Humanización del espacio • Atracción y protección de la fauna • Escultura y decoración
Otros	• Conservación y utilización de materiales orgánicos (como energéticos y materiales constructivos) • Provisión de alimentos para animales • Provisión de alimentos humanos.

[14] J. Roberto García Chávez; Victor Fuentes Freixanet: Arquitectura Bioclimática y Energía Solar. Viento y Arquitectura. Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Medio Ambiente para el Diseño, 1985.

Imagen 13. Diseño urbano y viento. La Geria, semienterramiento, patios; El Alisio, muros para reconducir el viento; La Duna, adaptación de las formas de la cubierta según asoleamiento y vientos predominantes, muro perimetral de protección; El Cangrejo, forma de la cubierta y formas que protegen de viento la entrada en patio. Fuente: Propia.

Una planta desaladora (ósmosis inversa o electrodiálisis) y otra depuradora, abastecen las necesidades de agua de consumo y riego de la urbanización a través de tres redes de distribución.

Los sistemas de energía solar activa de baja temperatura, se basan en colectores de radiación solar, especialmente adecuados para A. C. S. (Agua Caliente Sanitaria).

Gestión eficaz del agua

Las actividades para reducir el consumo del agua incluyen desde las actividades de control permanente sobre el sistema y la infraestructura de abasto, el uso de fuentes alternativas y de tecnologías, existentes en el mercado, que disminuyan el uso del agua.

Dentro de las opciones de ahorro y uso eficiente del agua se destacan las alternativas tecnológicas entre ellas, el uso de dispositivos ahorradores como aireadores y reductores volumétricos o de caudal, los cuales garantizan un ahorro del 40 a 50% dependiendo de la presión del agua; válvulas para sanitarios de bajo consumo, que permiten ahorrar hasta un 50% de agua por descarga; uso de fuentes alternativas de abastecimiento (aguas lluvias) y tecnologías de bajo consumo para duchas, lavaplatos y procesos estratégicos de los laboratorios (prueba y calibración) que requieren el uso del recurso, ya que estas pueden representar un ahorro potencial promedio del 30% en el consumo de agua. Algunos de los dispositivos ahorradores de agua se pueden adaptar a los elementos ya existentes obteniendo reducciones hasta de 12.000 l/mes.

Generación de la energía

A pesar de que se ahorra un porcentaje de energía con el diseño y equipamiento de las unidades residenciales que conforman el laboratorio vivo, se necesitan instalaciones que satisfagan las necesidades eléctricas de las viviendas (energía solar, eólica y biomasa), además de plantas para el tratamiento de aguas.

Energías renovables (sistemas activos)

Las energías renovables se implementan en el Living Lab CBITER principalmente como instalaciones de fotovoltaica y sistemas solares térmicos. Sus características principales y componentes son similares, con ciertas adaptaciones según la ocupación de las viviendas, su consumo previsto e integración en cada uno de los 24 diseños bioclimáticos:

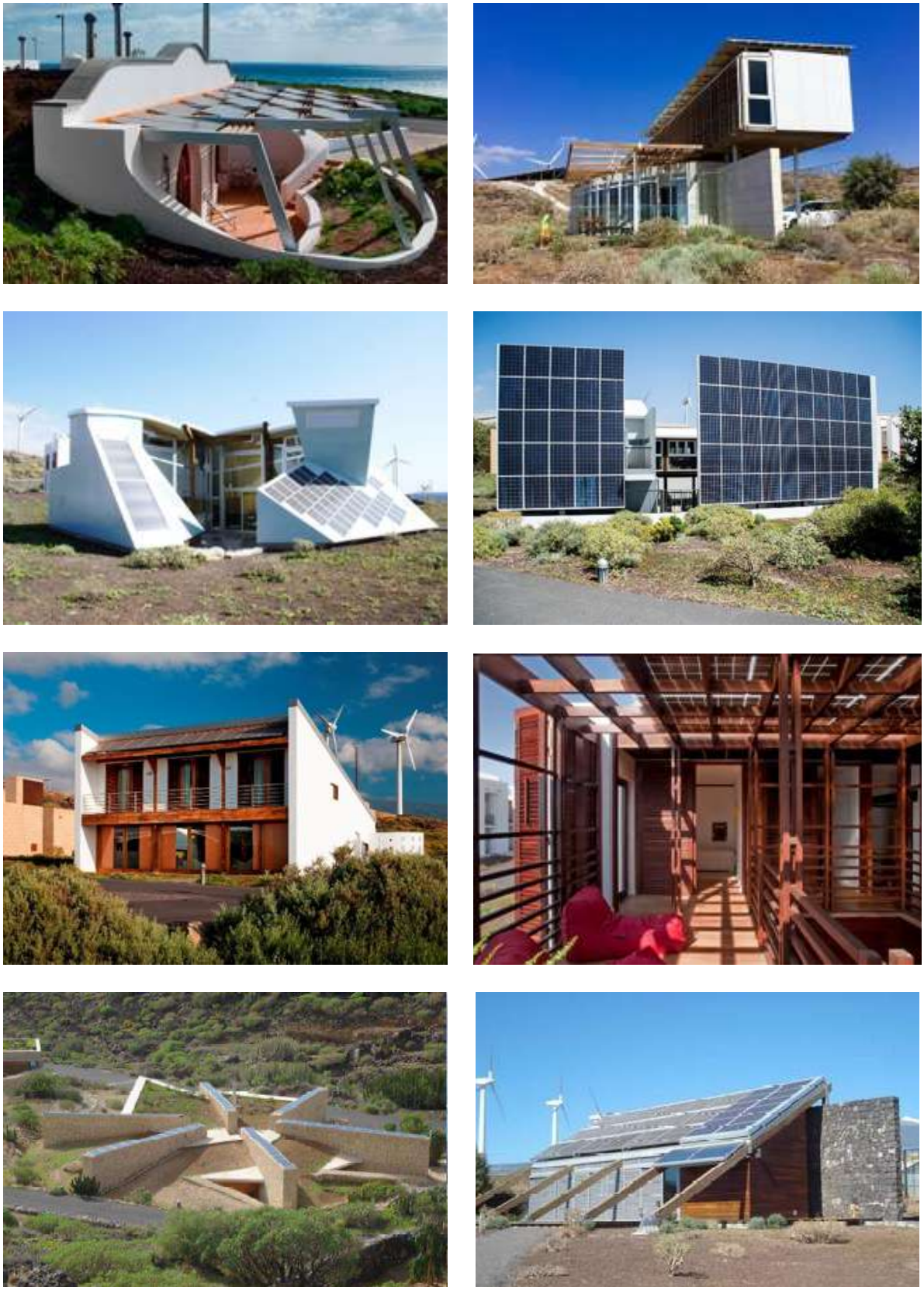


Imagen 6. Energías renovables, sistemas activos, Living Lab CBITER. FUENTE: ITER.

Implementación de las estrategias bioclimáticas

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de la edificación teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales, aprovechando los recursos disponibles para minimizar los impactos ambientales, reduciendo el consumo de energía necesaria para satisfacer las necesidades de los usuarios.

La arquitectura bioclimática desarrollada en el Living Lab CBITER tiene, por lo tanto, como centro de su lógica a los usuarios en sí, su comodidad y la mejor forma de minimizar el consumo energético en un entorno concreto. Ampliando este concepto con respecto a las fuentes de energía, podríamos considerar que la arquitectura bioclimática es aquélla que tiene en cuenta factores de confort y de sostenibilidad desde su fase inicial de diseño. Consiste básicamente en adaptarse a las condiciones de partida del lugar, aprovechando, en este caso las condiciones micro-climáticas (Cuadro 9), a nuestro favor para hacer que la arquitectura sea más confortable reduciendo el consumo energético, sobretodo el proveniente de recursos no renovables.

Para cumplir con estos requisitos, se dispone de una serie de estrategias de diseño que se clasifican en dos grupos: las medidas pasivas y las activas. En términos generales, los sistemas pasivos implementados en el laboratorio pueden agruparse en lo siguiente: las ganancias solares (forma, ubicación y orientación de las unidades residencial turísticas), las diferentes formas de conservación de la energía (fachadas y cubiertas vegetales, semi-enterramiento, aislamiento térmico), la acumulación e inercia térmica (envolvente térmica), los sistemas de control del aire y las protecciones solares. Los sistemas pasivos incluidos en el Living Lab CBITER incluyen como factor fundamental, debido a las condiciones específicas del lugar, diferentes estrategias de protección frente al viento.

Estrategias generales		
DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO/ MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	Captación de la energía	Ubicación
		Forma
		Orientación
	Conservación de la energía	Aislamiento térmico
		Fachadas ventiladas
		Cubiertas ventiladas
		Fachadas vegetales o ajardinadas
		Cubiertas vegetales o ajardinadas
		Vidrios y marcos con baja transmitancia térmica
	Acumulación térmica	Fachadas y cubiertas con alta inercia térmica
ESTRATEGIAS DE CALEFACCIÓN		
CALEFACCIÓN SOLAR	Directa	Ventanas y lucernarios
		Invernaderos y galerías acristaladas
	Indirecta	Muros captadores y acumuladores

ESTRATEGIAS DE REFRIGERACIÓN		
PROTECCIÓN SOLAR	Exterior	Umbráculos o pérgolas
		Parasoles
		Persianas y contraventanas
		Vegetación
	Intermedia	Vidrios especiales
	Interior	
VENTILACIÓN NATURAL	Cruzada	Huecos
	Con tiro térmico	Efecto chimenea
		Aspiración estática (efecto Venturi)
	Inducida	Torre de Viento
TRATAMIENTO DEL AIRE	Enfriamiento por evaporación	Agua
		Vegetación
	Reducción de la temperatura del aire	Conductos enterrados
		Patios
		Refigeración nocturna
ILUMINACIÓN NATURAL	Envolvente del edificio	Orientación de los huecos
		Forma, tamaño y posición de los huecos
		Elementos de control lumínico
		Conductores solares
	Interior	Acondicionadores y reflectores lumínicos

Cuadro 7. Estrategias bioclimáticas, Living Lab CBITER. FUENTE: ITER

Las estrategias pasivas (su buen uso) logran reducir considerablemente las necesidades de consumo energético de cada unidad residencial turística, pero para ciertos valores extremos del clima son imprescindibles las instalaciones que se han diseñado para mantener el confort en el interior de los espacios construidos. Por lo tanto, el consumo de energía es prácticamente inevitable, la clave está, primero, en el origen de la misma, y segundo, en la eficiencia de las instalaciones. De esta manera nos referimos a las instalaciones cuando se hace mención a las estrategias activas incorporadas en el Living Lab CBITER instalaciones asociadas a la energía fotovoltaica, eólica y térmica-.

Cada una de las unidades residencial turísticas incluye una serie de estrategias pasivas y activas, sobre las que el usuario tiene cierto control. Como estrategias de calefacción de una casa podemos encontrar las dimensiones y ubicación de los huecos en la envolvente térmica de la unidad residencial turística, esto viene definido por el diseño arquitectónico, sin embargo, los usuarios pueden hacer uso de estas estrategias o combinar según el ambiente que quieren definir en el interior de cada una de ellas: estrategias de calefacción o refrigeración, según las necesidades que definen los propios usuarios (estrategias pasivas). El ITER tiene registro de las estrategias empleadas y puede reproducir automáticamente los parámetros determinados por los clientes como confortables.

A continuación, se describen las estrategias bioclimáticas para la generación de calor empleadas en el laboratorio Living Lab CBITER:

- Captación solar directa (0): los sistemas pasivos son aquellos que no necesitan de energías convencionales, formando parte de la propia construcción. Los sistemas solares pasivos se emplean principalmente para captar, bloquear, acumular o transformar el calor procedente de la energía solar sin necesidad de sistemas eléctricos, para ello emplea los principios básicos de la física como la radiación, conducción o convección del calor.
- Efecto invernadero (1): la radiación solar entra en el espacio a través de los huecos, el vidrio de las ventanas, ventanales, muros cortina, y queda atrapada dentro, aumentando la sensación térmica en el interior de este espacio.
- Muro trombé (2): muros de gran inercia térmica se colocan en el interior del espacio a una distancia mínima de unos 20 cm de un cristal con la superficie que se encuentra enfrentada al sol de un color oscuro. De esta forma se calienta el muro y el espacio entre el muro y el cristal, generando la sensación térmica de calor, que se trasfiere al interior del espacio por radiación desde el propio muro, y a través del calentamiento del aire, que aumenta de temperatura al ser dirigido al espacio intermedio entre el muro y el cristal.
- Aislamiento térmico (3): tratamiento de la envolvente térmica con el objetivo de evitar pérdidas tras las ganancias de calor durante el día. Entre esta estrategia consideramos en el caso del Living Lab CBITER, el aislamiento del viento por medio de un muro perimetral, evitando así las pérdidas de calor por ventilación.
- Inercia térmica y aprovechamiento de los ritmos circadianos (4): se almacena el calor durante el día y se libera por la noche, cuando la temperatura es inferior. Esto puede ocurrir con la influencia del usuario (control) o de manera automática.
- Calentamiento geotérmico (líquido/ aire, 5): Líquido[15]: se colocan tuberías que calientan una superficie (el suelo) debido a la energía geotérmica, es decir, el calor que recibe de la tierra a cierta profundidad. Esta agua alcanza una temperatura adecuada (calor) que se transporta por las tuberías bajo la superficie del suelo, que actúa como suelo radiante. Aire: esta estrategia es muy parecida a la anterior (líquido), pero en este caso se necesita generar una convección para que el aire caliente entre al espacio por una localización, y al generarse un movimiento en el aire, el aire fresco salga por el lado opuesto, volviendo a bajar u siendo calentado de nuevo por energía geotérmica.
- Convectores solares (6): con esta estrategia se genera una convección natural en el espacio natural. Existe un elemento que se calienta por su exposición directa por su exposición directa por su exposición directa al sol potenciada mediante efecto invernadero generalmente con un cristal. Elementos como pueden ser piedras, o materiales con mucha inercia térmica, para funcionar como una especie de caldera natural por la que pasa el aire fresco, y del que sale el aire calentado, que se dirige al interior del espacio.
- Calentamiento por suelo radiante[16]: debido a que el suelo radiante no necesita de tanta energía para calentarse, ya que la temperatura que necesita no es tanta como los radiadores,

[15] Aquí se menciona la posibilidad de implementar esta estrategia bioclimática, sin embargo, no se ha implementado en ninguna de las viviendas situadas en el Living Lab CBITER. En el caso de calentamiento geotérmico por aire, la unidad residencial 1 La Geria tiene implementada esta estrategia, en la unidad residencial 24, La Duna, este sistema de control térmico permite ser manejado por el usuario de la vivienda.
[16] Esta estrategia merece especial consideración, aunque no se ha implementado en el Living Lab CBITER.

es posible aprovechar la energía solar para calentarlo, tanto durante el día, a través de la exposición solar, como durante la noche, a través del calor acumulado, y de la energía almacenada en las placas solares, que fácilmente pueden mantener una temperatura adecuada en el suelo radiante.

- Enterramiento (7): se incluye el semienterramiento, no solo por la inercia térmica y aislamiento excelente, también se logra disponer durante la noche del calor almacenado por la propia tierra durante el día. También se considera la cubierta vegetal. Facilita una temperatura constante durante todo el año.

(2)

(3)

(1)

(7)

(7)

referenciadas en la imagen: efecto invernadero+ circulación de agua (8) + vegetación (12). 2.El Muro, estrategia similar al muro trombé (2). 3. La Duna, aislamiento térmico (3) + captadores de viento (7). 7. La Geria y las Bóvedas, semienterramiento + cubierta vegetal (7). FUENTE: ITER

A continuación, se esquematizan las estrategias bioclimáticas para la generación de frío empleadas en el laboratorio Living Lab CBITER:

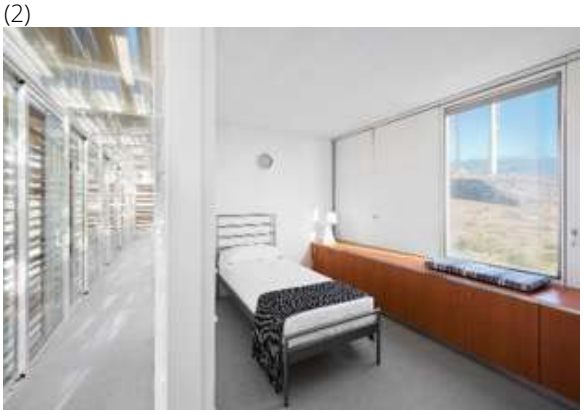
- Protección solar directa (horizontal/ vertical, 1): el uso de elementos como voladizos, parasoles, celosías, bien calculados, impiden el paso del sol cuando es posible el sobrecalentamiento, y se lo permiten cuando es necesaria la radiación solar. Lo mismo ocurre con la vegetación de hoja caduca, que durante los periodos de calor excesivo generan sombra al espacio interior, mientras que pierde la hoja, en los periodos de frío, permitiendo el paso de los rayos solares al interior del edificio.
- Aislamiento térmico (2): aumenta la resistencia térmica y por tanto frena el flujo del calor a través del cerramiento, lo que evita o limita considerablemente la entrada de calor en el interior.
- Inercia térmica y ritmos circadianos (3): esta estrategia se aprovecha de la inercia térmica del edificio, y propone una ligera apertura diurna en una situación elevada que permita la salida de calor durante el día, y una ventilación nocturna cruzada que permita la renovación de aire y la entrada de aire fresco, evacuando a lo largo de todo el día el fresco que se ha almacenado durante la noche.
- Ventilación y ventilación cruzada (4): diseño de huecos en la envolvente enfrentados. Desde la fachada norte, o la fachada en sombra (zona fría), se genera una ventilación cruzada partiendo de una posición inferior (poca altura), que permite la entrada de aire frío. Éste desplaza el aire caliente hacia el exterior, el cual saldrá a través de una apertura situada en alto en la cara caliente del edificio. Lo mismo ocurre al abrir el espacio por huecos enfrentados en los que se fomenta la circulación del aire, desde el exterior, pasando por el interior del espacio, hacia el exterior por el lado opuesto.
- Convección natural (5): el aire más caliente, por diferencia de presión, asciende. Por ello, se coloca una entrada de aire desde la parte inferior del espacio, lo que genera una entrada de aire fresco, y el desplazamiento del aire más caliente hacia arriba. El aire caliente sale del espacio por una apertura colocada en la parte elevada quedando así el aire más frío dentro.
- Generador de sombras (6): es posible diseñar las sombras y mediante recursos arquitectónicos, se genera fresco y sombra en las zonas donde sea necesario evitar el sobrecalentamiento. Ya sea mediante elementos fijos, a través de elementos prefabricados adaptables o desmontables. Estas zonas de sombra se convierten en zonas de entrada de aire fresco.
- Captador de viento (7): sistema de captura e impulsión de aire, utilizados como mejora de los sistemas de ventilación con la intención de reducir el consumo eléctrico de ventiladores, con el consiguiente ahorro energético. Los sistemas de ventilación natural comerciales ofrecen tasas de renovación de aire altas como, por ejemplo, 5 renovaciones de aire/ hora bajo las condiciones de velocidad del viento relativamente baja (3 m/s). Estos sistemas pueden combinarse mediante el control adecuando, con ventiladores mecánicos, pudiendo adaptarse a las condiciones de viento del local, y afrontar la ventilación del edificio, o cualquier tipo de pre-tratamiento del aire primario, desde recuperación de calor del aire de extracción hasta enfriamiento evaporativo.
- Evaporación (8): este efecto es óptimo si se coloca una fuente de agua en la zona norte de sombra que enfríe el aire y refresque las zonas más calientes.
- Chimenea solar (9): la densidad del aire cambia respecto a la del exterior. Se produce un movimiento ascendente por convección natural, gracias a la diferencia de temperatura. Se puede lograr el enfriamiento, sin ningún tipo de brisas dominantes, mediante la disposición de rejillas de ventilación en el interior de los espacios para que el calor pueda escapar en una ruta directa. Si además se crea la circulación de aire en vertical, mediante la disposición estratégica de huecos en fachada (inferior para propiciar la entrada de aire fresco, superior para que salga el aire caliente) este efecto se potencia considerablemente.
- Intercambiadores geotérmicos (aire, 10): conductos de aire enterrado que aprovecha la temperatura del subsuelo para el precalentamiento del aire en invierno y el refrescamiento en verano, mejorando así de manera natural la eficacia de un sistema de ventilación controlada.

- Vegetación (11): la presencia de vegetación en la edificación genera brisas que refrescan el ambiente. La vegetación influye en todos los parámetros climáticos. El más afectado es la incidencia solar sobre las distintas superficies, la vegetación refleja y sobre todo absorbe gran parte de la radiación solar, dejando pasar solo una parte hasta el suelo, lo que genera gradientes de temperatura superficial, a veces muy grandes, entre las zonas protegidas y las no cubierta por vegetación. Las oscilaciones de temperatura en áreas boscosas son menores que en zonas descubiertas, esto se debe principalmente a que la radiación emitida por el suelo durante la noche, es reflejada de nuevo hacia el suelo por el follaje de los árboles, y durante el día la vegetación impide que la radiación directa llegue hasta el suelo. Las plantas tienen un efecto de enfriamiento del aire por medio de la evapotranspiración.

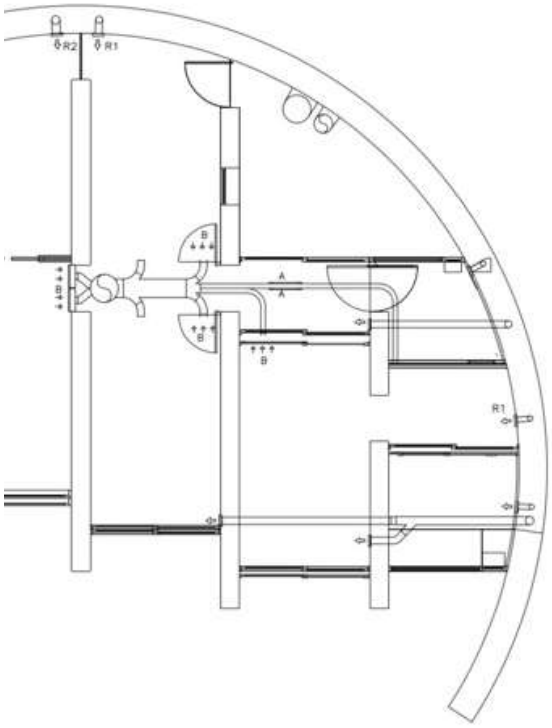
(1)

(2)

(4)



(4)



(10)

(1+9)

(8+11)

Imagen 3. Estrategias bioclimáticas, Living Lab CBITER. 1. Vivienda denominada 'La Geria', estrategias bioclimáticas referenciadas en la imagen: protección solar directa (1). 2.La Tea, aislamiento térmico (2). 4. La Vela y El Caminito, ventilación (aperturas superiores) + ventilación cruzada (4). 8. La religa, evaporación y vegetación (8+11) 9. La Arcilla, chimenea solar, cubierta de conchas (1+9) 10. Planta esquemática de La Duna, el aire entra en un circuito de tuberías a través de captadores de viento, se enfría por geotermia (aire) y se regula su entrada en la vivienda desde el interior (7+12). FUENTE: ITER

En la siguiente tabla, se hace un resumen de las técnicas pasivas de acondicionamiento por unidad residencial turística situadas en el Living Lab CBITER (sistemas pasivos):

VIVIENDA		Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
1	LA GERIA	11	- Volado[18]. - Jardín interior que articula los espacios de la vivienda por usos de día y de noche y regula la humedad relativa. - Paneles de lamas horizontales móviles a modo de protección solar. - Cubierta ajardinada. - Enterramiento parcial. - Protección frente al viento, muros, pilares, obstáculos. - Superficie acristalada orientada hacia el sur que facilita las ganancias térmicas. - Lucernario. - Cubierta ventilada. -Ventilación cruzada, interconexión de espacios de diferentes orientaciones. - Conductos de ventilación subterráneos donde se enfría el aire para devolverlo a la vivienda a través de rejillas de lamas
2	EL CAMINITO	9	- Diseño versátil. - Volado. - Recorrido de agua que suaviza las altas temperaturas debidas a la radiación solar, envases con agua circulante en las aberturas del muro tapial y de la chimenea eólica. - Jardín interior que articula los espacios de la vivienda por usos de día y de noche y regula la humedad relativa. - Cada espacio interior cuenta con un homólogo externo, prolongando el espacio habitable hacia el exterior. - Inercia térmica (muros). - Cubierta ventilada - Protección frente al viento, muros, pilares, obstáculos. - Ventilación inducida por estratificación; aperturas altas.

[17] Número de estrategias bioclimáticas incluidas en la unidad residencial turística.
[18] Voladizo, protección horizontal que sobresale de la fachada.

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
3	LA ESTRELLA	9	- Volado. - Jardín interior que articula los espacios de la vivienda por usos de día y de noche y regula la humedad relativa. - Paneles de lamas horizontales móviles a modo de protección solar. - Cubierta ajardinada. - Enterramiento parcial. - Inercia térmica (muros). - Patios. - Superficie acristalada orientada hacia el sur que facilita las ganancias térmicas. - Ventilación cruzada, interconexión de espacios de diferentes orientaciones.
4	EL CUBO	8	- Volado. - Jardín interior que articula los espacios de la vivienda por usos de día y de noche y regula la humedad relativa. - Doble piel formada por persianas de madera tipo mallorquina de lama semiorientable. - Enterramiento parcial. - Inercia térmica (muros). - Suelo de loseta de adobe como elemento absorbente de calor. - Patio. - Orientación estratégica, colocación de las estancias de noche en la planta alta de la vivienda para aprovechar el calor acumulado.
5	BERNOULLI	6	- Volado. - Paneles de lamas horizontales móviles a modo de protección solar. - Inercia térmica (muros). - Rejillas de ventilación, conectadas a tiros verticales de aire, espacios colchón en la fachada sur para mejor acondicionamiento de estancias de noche. - Galería (pasillo).

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
6	EL ALISIO	8	- Volado. - Paneles de lamas horizontales móviles a modo de protección solar. - Muro al margen Este de la vivienda como protección frente al viento es a la vez colector eólico. - Muro de gran inercia térmica en el interior de dos paredes de 20 cm separados 40cm. - Captador de vientos orientado al Este con un conjunto de tuberías de 45 cm de grosor enterrado bajo la vivienda que dirige el aire fresco al interior a través de las trampillas. - Patio. - Ventilación cruzada a partir de la interconexión de las diferentes fachadas de la vivienda. - Cubierta en parte de grava volcánica roja.
7	EL MURO	7	-Superficie acristalada orientada hacia el sur que facilita las ganancias térmicas. -Muro central de laja basáltica concentra el calor que emite por la noche (inercia térmica). -Ventilación cruzada en todas las estancias de la vivienda. -Protección solar mediante lamas regulables. -Orientación óptima para proteger la vivienda del viento y del exceso de calor. - Cubierta ventilada. -Separación de los espacios de día y de noche.
8	EL GAVIÓN	4	- Diseño versátil. - Cubierta ligera de protección solar que abriga los espacios interiores (volado). - Ventilación cruzada de todas las estancias incluyendo los huecos en forma de ojo de buey que se encuentran en la dirección predominante del viento. - Muros perimetrales rellenos de piedra basáltica que protegen la vivienda del viento y transmiten calor cuando la radiación solar es escasa o nula.

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
9	LA GEODA	7	- Separación de los espacios de día y de noche. - Superficie acristalada orientada hacia el sur que facilita las ganancias térmicas cuando son necesarias. - Muro de piedra, ganancias térmicas - Volado sobre la fachada sur que protege de la radiación excesiva los espacios para disfrutar de día. - Lucernarios en la zona norte que contribuyen a iluminar los dormitorios sin contribuir a su calentamiento. - Estancias semienterradas para aumentar la inercia térmica de las estancias de noche. -Ventilación complementaria a través de chimeneas de ventilación ubicadas en cada una de las estancias.
10	LA TEA	8	- Diseño versátil. - Volado. - Alto índice de acristalamiento con altas ganancias solares que permiten regular la temperatura en el interior a través de la colocación de las lamas y persianas en el salón y la estancia superior. - Celosía en cubierta que protege de la radiación solar y celosías en el exterior a modo de lamas horizontales orientables. - Protección frente al viento, muros, pilares, obstáculos. - Patio. - Inercia térmica a través de unos muros gruesos con un revestimiento de plaquetas de tosca a dos caras. - Interconexión de espacios de diferentes orientaciones para así generar una corriente de aire natural.
11	LAS BÓVEDAS	7	- Volado. - Enterramiento parcial con el que se consigue suavizar las fluctuaciones de temperatura además de quedar protegida acústicamente del viento incidente. - Patios que permiten la entrada de luz natural y la renovación del aire en las diferentes estancias. - Cubierta ajardinada que mejora su inercia térmica. - Muros de piedra volcánica ligera con un grosor que oscila desde los 80 cm en las partes bajas a 50cm en los encuentros con las bóvedas. - Ventilación cruzada a partir de la interconexión de las diferentes fachadas de la vivienda. - Captadores eólicos.

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
12	COMPACTA	10	- Volado. -Celosía exterior horizontal a modo de protección solar. - Enterramiento parcial con el que se consigue suavizar las fluctuaciones de temperatura además de quedar protegida acústicamente del viento incidente. - Patios que permiten la entrada de luz natural y la renovación del aire en las diferentes estancias. - Cubierta ajardinada que mejora su inercia térmica. - Fachada al Sur con una superficie 15% dedicada a la captación solar pasiva. - Rejillas de ventilación con obturación manual bajo la solera hasta la Torre de los Vientos - Gruesos muros de piedra y cal que proporcionan una gran inercia térmica y calor diferido. - Lámina de agua que humidifica el aire y baja posibles altas temperaturas. -Vegetación en los espacios exteriores que regulan la maresía y el calor excesivo.
13	EL RÍO	7	- Diseño versátil. - Separación de los espacios de día y de noche. - Enterramiento parcial con el que se consigue suavizar las fluctuaciones de temperatura además de quedar protegida acústicamente del viento incidente. - Patios que permiten la entrada de luz natural y la renovación del aire en las diferentes estancias. - Recorrido de agua que suaviza las altas temperaturas debidas a la radiación solar. - Paneles de lamas horizontales móviles a modo de protección solar que se abren completamente para permitir la entrada de sol y ventilación cruzada. - Jardín formado por vegetación autóctona que regula la humedad y temperatura.

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
14	EL PUEBLO	8	- Diseño versátil. - Volado. - Grandes ventanales practicables con protección interna que posee el salón. - Patio que permiten la entrada de luz natural y la renovación del aire en las diferentes estancias. -Fuente de agua en la entrada de la casa. - Vegetación para regulación de humedad y temperatura. - Inercia térmica aportada por sus muros maestros de 50cm de grosor y apertura de aproximadamente el 5% de huecos en la fachada Oeste. - Torres de ventilación en el tejado, respiraderos de los túneles de viento a los cuartos adyacentes, rejillas de ventilación en las paredes y respiraderos en la cocina, duchas y retretes.
15	NOCHE Y DÍA	9	- Volado. - Separación de los espacios de día y de noche. - Enterramiento parcial con el que se consigue suavizar las fluctuaciones de temperatura además de quedar protegida acústicamente del viento incidente. - Patios que permiten la entrada de luz natural y la renovación del aire en las diferentes estancias. - Cubierta ajardinada que mejora sensiblemente su inercia térmica. - Lucernarios en el bloque semienterrado que permite la entrada de luz natural. - Ventilación inducida por estratificación; aperturas altas en los ventanales orientados hacia el Sur abiertos a la vez que tiene huecos en la parte baja en las zonas dispuestas a Norte. - Ventanas compuestas de celosía con lamas horizontales en el módulo de dormitorios. - Vegetación en el patio interior protegida de los vientos.

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
17	LA VELA	5	- Volado. - Protección solar en el interior mediante venecianas de unos 30 m2 con orientación Sureste. - Colocación de las estancias de noche en la planta alta de la vivienda para aprovechar el calor acumulado. - Ventanas situadas en fachadas enfrentadas y paneles móviles para propiciar la ventilación cruzada en toda la vivienda. - Ventanas de menor dimensiones y situadas a una altura inferior en la cocina para aprovechar la luz natural reflejada evitando el calor de la radiación directa.
18	EL BERNEGAL	6	- Diseño versátil. - Volado. - Captación solar directa en las estancias de día para mejorar el confort térmico. - Patio que permite la entrada de luz natural y la renovación del aire en las diferentes estancias. - Muros de 40 cm para aumentar la inercia térmica aislando la vivienda de flujos de energía no deseados. - Ventanas superiores en la zona sur y forma de la cubierta aerodinámica para facilitar el flujo de aire interior
19	EL DISPOSITIVO	6	- Volado. - Lámina de agua que humidifica el aire y baja posibles altas temperaturas. - Paneles corredizos de celosías que se utilizan para evitar el sobrecalentamiento debido a la incidencia de la luz solar - Caja acristalada de la escalera que proporciona luz natural a la cocina, en verano se protege con un elemento disipador. - Sistema de regulador Eólico (SRE) compuesto por la chimenea eólica, aberturas en las fachadas y en el muro solar eólico y dispositivos de enfriamiento evaporativo. - Envases con agua circulante en las aberturas del muro tapial y de la chimenea eólica.

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
20	EL ESCUDO	4	- Volado. - Protección solar mediante persianas practicables que permiten graduar manualmente la intensidad de la energía recibida. - Jardín interior que articula los espacios de la vivienda por usos de día y de noche y regula la humedad relativa. - Ventilación cruzada gracias a la interacción del patio y fachadas practicables en diferentes orientaciones.
21	LA RELIGA	5	- Volado. - Patios. - El espejo de agua y la vegetación favorecen la creación de microclimas y disminuyen las variaciones diarias de temperatura. - Interconexión de espacios con orientaciones opuestas y huecos practicables para generar y modular mejor el viento. - Protección de las ventanas superiores menos favorables con láminas adhesivas de control de la luz natural.
22	LA ARCILLA	6	- Volado. - Diseño de una superficie acristalada en la planta superior reducida que permite resguardar la estancia de un exceso de radiación solar. - Toldos protectores frente al viento dispuestos en las terrazas superiores. - Torre del viento que junto con los respirares que conectan la torre con las habitaciones adyacentes generan una corriente de succión. Ventilación cruzada a partir de dos terrazas contrapuestas. - Conchas colocadas en la cubierta para reflejar una incidencia solar excesiva. - Orificios en la parte baja de la planta alta que propician la ventilación cruzada.

	VIVIENDA	Nº E.B. [17]	DESCRIPCIÓN
24	LA DUNA	7	- Volado. Alero con un coeficiente de longitud correspondiente a 0,675 la altura vertical de la superficie acristalada. Este alero permite recibir radiación en invierno y evitar el exceso de calor en verano. - Muros de mampostería combinando el basalto y la tosca. - Chimenea eólica fija orientada hacia la dirección predominante del viento situada en el patio interior. - Conductos de ventilación subterráneos donde se enfría el aire para devolverlo a la vivienda a través de rejillas de lamas. - Ventilación cruzada. - Integración paisajística de especial relevancia. - Jardín, vegetación regulación térmica.
25	EL CANGREJO	5	- Volado. - Patio - Grandes superficies acristaladas, una orientada a Oeste y otra a Sur para propiciar las ganancias térmicas directas protegidas con un volado. - Orientación estratégica para evitar la radiación solar desde la tarde hasta el ocaso. - Ventilación cruzada a través de la interconexión de espacios opuestos.

Cuadro 8. Estrategias bioclimáticas por unidad residencial turística, LL CBITER. FUENTE: ITER

En el ANEXO 1 del dossier Living Lab CBITER, se describen con más detalle las técnicas pasivas de acondicionamiento por unidad residencial turística situadas en el Living Lab CBITER (sistemas pasivos).

Fases de consolidación del laboratorio

El Living Lab CBITER se ha ido transformando a lo largo de 25 años. Comienza siendo un complejo urbanístico de emisiones Cero CO2, formado por 24 viviendas unifamiliares que ha sido desarrollado bajo criterios de arquitectura bioclimática optimizando su adaptación al entorno y al clima específico, minimizando los efectos del mismo y reduciendo los consumos de energía para iluminación, electrodomésticos y ACS. Además, en las casas se han implementado energías renovables a pequeña escala para satisfacer la demanda del complejo.

Las 24 unidades residencial turísticas que lo forman se seleccionaron como los mejores ejemplos de casas bioclimáticas en un concurso internacional promovido por el Cabildo Insular de Tenerife, el ITER y avalado por la Unión Internacional de Arquitectos en marzo de 1995.

Las unidades residencial turísticas cuentan con una superficie media construida entre 100-120m2 y son diferentes en cuanto a su diseño, lo que hace de la urbanización un magnífico espacio de difusión y sensibilización sobre la aplicación de los principios bioclimáticos en la construcción.

Su principal peculiaridad es que ha sido diseñado posteriormente como un laboratorio a escala real que permite el seguimiento mediante la monitorización de diversas técnicas bioclimáticas seleccionadas, persiguiendo el estudio y la difusión de estas técnicas entre el público especializado y la población en general. Para ello, el laboratorio vivo cuenta con un sistema de automatización y gestión técnica de la energía y con un sistema de monitorización de sensores de temperatura, sensores de humedad relativa y medidores de flujo de aire.

El sistema de captación de datos tiene como objetivo mejorar el confort interior de las viviendas, mediante primero, la publicación de los parámetros obtenidos y segundo, la actuación del usuario que ejecuta unas u otras estrategias bioclimáticas encaminadas a reconducir la situación ambiental en el interior de las unidades residencial turísticas, hacia la zona de mayor confort. Esto permite una gestión activa de la eficiencia energética de la vivienda. A su vez este sistema se comunica con una red general de comunicaciones que permite el acceso a la información desde las viviendas y desde cualquier ordenador que se encuentre conectado a LAN de ITER, usando simplemente un navegador Web.

Para poder evaluar el funcionamiento real de cada vivienda es necesario que las viviendas están ocupadas al menos por un periodo de tiempo, por lo que las casas se ofertan en régimen de estancias turísticas de corta duración (http://casas.iter.es). De esta manera se logra que el perfil de los usuarios será lo más amplio posible, permitiendo integrar los parámetros físicos de la monitorización con los circunstanciales, fisiológicos y sociológicos gracias a los datos suministrados por los usuarios. Esta vinculación de parámetros permite que la parametrización de soluciones constructivas y equipos sea más concreta y exportable (perfiles de usuario).

- Las principales actividades que se realizan en el complejo son:
- Evaluación energética llevada a cabo mediante simulación o en condiciones reales de funcionamiento implementando sensores en el interior y exterior de la edificación.
- Definición de modelos de integración de estrategias de energía solar pasiva y activa, a pequeña y gran escala.
- Optimización de diseños, modelos y elementos energéticos utilizados en la edificación.
- Demostración a través de datos objetivos y cuantificados del funcionamiento de edificios energéticamente eficientes para colaborar en la concienciación de colectivos y usuarios.
- Optimización de técnicas para la integración, la planificación y la construcción de grandes instalaciones de energías renovables.
- Comprobación del funcionamiento de las edificaciones bajo distintos modelos de consumo y hábitos de uso.
- Difusión de técnicas relativas a la eficiencia energética y las energías renovables.

El desarrollo del Living Lab CBITER se lleva a cabo en 5 etapas, desde que se convoca el concurso internacional en marzo de 1995 hasta la actualidad:

- Etapa 1 Concurso Internacional y desarrollo de proyectos. Fechas: 1995 -2003.

- Etapa 2 Ejecución de la urbanización bioclimática. Fechas: 2003-2011.
- Etapa 3 Monitorización de las Casas bioclimáticas. Fechas: 2011 hasta la actualidad.
- Etapa 4 Validación de las estrategias bioclimáticas. Fechas: 2011 hasta la actualidad.
- Etapa 5 Incorporación de nuevas tecnologías IoT y Big Data. Fechas: 2017 hasta la actualidad.

En 2011, las Casas Bioclimáticas ITER, creadas a partir de la combinación de diferentes estrategias bioclimáticas propuestas para climas cálidos en un concurso internacional, pasan a formar un único laboratorio a escala real en el que, primero, se informa a los usuarios sobre las posibilidades que brinda la arquitectura bioclimática, sus formas de uso, y luego, se toman datos, del ambiente interior y del grado de confort de los usuarios en estancias medias de en torno a los 6 días. A partir de los datos obtenidos se aplican mejoras en las casas y se transmite la valoración de los resultados obtenidos a través de visitas y charlas divulgativas.

Concurso internacional (1995-2003)

En marzo de 1995, el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables y el Cabildo Insular de Tenerife, en colaboración con el Colegio Oficial de Arquitectos de Canarias (COAC), homologado por la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), convocan un concurso internacional de ideas en el que quedan premiados tres propuestas y seleccionadas un total de 25 entre 397 propuestas para ser construidas en los terrenos del Parque Tecnológico de Tenerife en Granadilla de Abona, en el sur de Tenerife. El resultado de este concurso es una urbanización formada por 24 viviendas bioclimáticas organizadas dentro de espacios libres tapizados con vegetación de Canarias, muy próxima al Monumento Natural de Montaña Pelada.

En lo que se refiere a las propuestas presentadas a concurso, el suministro eléctrico de las viviendas se propone generado mediante paneles fotovoltaicos (FV), aerogeneradores y/o energía derivada de biomasa y residuos. La red eléctrica sirve de apoyo a estas instalaciones para garantizar un suministro continuado. Se emplea una desaladora para la producción de agua potable, y las aguas residuales son tratadas en una planta depuradora para su posterior empleo en riego; las demás instalaciones serán recursos comunes a las 24 viviendas. El agua caliente sanitaria se obtiene mediante colectores solares individuales, satisfaciendo las necesidades de cada vivienda.

El uso de energías renovables además de las técnicas de tratamiento de agua redunda en una significativa disminución de contaminantes y ahorro de fuentes de energía tradicionales, dando lugar a una mayor autosuficiencia energética. La integración de las energías renovables, como eólica y solar, en el ámbito doméstico es un paso importante para difundir conocimientos técnicos en este campo.

En el diseño de las propuestas, se debía seguir los siguientes criterios:

- Parcela circular tipo 500 m2 con 120 m2 de superficie construida máxima.
- Altura no superior a dos plantas con un programa de 3-4 dormitorios.
- Costes de ejecución material por m2 no superior a 901,52€.

Este conjunto ofrecería una solución local a problemas que afectaran al consumo y producción energética, así como el uso de energías renovables a pequeña escala. Las casas debían estar integradas en una pequeña área residencial que permitiera a un turismo técnico científico desplazarse a la isla, alojándose en dichas viviendas y haciendo uso de los lugares comunes, pudiendo evaluar así los resultados.

La experiencia podría aplicarse con posterioridad en otras áreas con características similares, permitiendo aumentar la experiencia y el conocimiento desarrollado con estas viviendas.

Ejecución de la urbanización (2003-2011)

La urbanización bioclimática fue promovida en su totalidad por el ITER.. La urbanización tiene una superficie total de 54.226m2, la superficie construida es 2.830,23m2 y una ocupación máxima de 120 personas. Se trata de una urbanización bioclimática de baja densidad edificatoria muy distanciada del turismo de masas de sol y playa.

Monitorización Living Lab CBITER (a partir de 2011)

Los resultados de la monitorización del Living Lab CBITER son determinantes a la hora de elegir ciertos patrones de diseño bioclimático más favorables que otros en climas cálidos. Se evalúa el consumo energético en condiciones reales de uso, por lo que uno de los aspectos más interesantes de las mediciones es la posibilidad que nos brindan las casas alquiladas en régimen de estancias cortas, es la posibilidad de comparar datos de las casas en periodos de ocupación y cuando están vacías, y por lo tanto somos capaces de determinar la influencia del usuario en el control del ambiente interior. Los datos obtenidos en la monitorización se convertirán en una importante aportación a futuras iniciativas de construcción sostenible en zonas climáticas similares.

Validación de estrategias bioclimáticas (a partir de 2011)

El Living Lab CBITER ha sido creado a partir de la idea de laboratorio a escala real desarrollado al aire libre, lo cual es fundamental para entender su ubicación en un entorno que a priori se podría considerar poco favorable para su comercialización –suelo industrial-. Sus instalaciones se dedican a la investigación avanzada y a la difusión entre el público no especializado en arquitectura sostenible de las ventajas de esta arquitectura, especialmente la relativa a climas cálidos. Es muy importante entender que cada lugar conlleva una serie de estrategias mejores que otras para aprovechar los recursos naturales de un clima concreto.

Existe una amplia bibliografía sobre las diferentes soluciones que aporta la arquitectura bioclimática que destaca ciertas estrategias pasivas para climas fríos que sin embargo no son adecuadas para climas cálidos. Los resultados obtenidos en el laboratorio bioclimático situado en el sur de Tenerife, nos dan pistas sobre la sostenibilidad de cada una de las soluciones bioclimáticas en climas cálidos, tecnologías y herramientas puestas en práctica que pueden ser fácilmente replicables o ser exportadas a otras soluciones con condiciones climáticas similares.

TICS. Nuevas tecnologías (a partir de 2016)

En un mundo cada vez más globalizado y en el que se producen cambios sociales y tecnológicos cada vez más notorios y a más velocidad, las empresas hoteleras tienen que reorientarse y adaptarse a un nuevo modelo de competencia en el cual el cliente busca una experiencia única, que a la vez haga su estancia más fácil y cómoda, de forma que el hotel pase a formar parte integrante de su vida cotidiana.

Para que esto sea posible, es necesario ofrecer un servicio de excelencia que permita maximizar el confort del cliente para lograr una mayor fidelización. Se deben conseguir mayores niveles de eficiencia, productividad y competitividad, de forma que se pueda responder a las necesidades de los clientes casi antes de que se produzcan, y esto es posible solamente a través del uso de tecnologías que sean capaces de personalizar los servicios que se ofrecen y de predecir cuáles serán sus exigencias, superando así las expectativas del cliente.

Además, los cambios económicos, energéticos y ecológicos que se están produciendo a nivel mundial, requieren de una nueva visión basada en un modelo sostenible que apueste por soluciones destinadas a reducir el consumo energético en edificios, a la par que garanticen el confort de los usuarios. Este nuevo escenario solo es posible apostando por una arquitectura sostenible y por la integración de las tecnologías e implantación de soluciones de control destinadas, además de a una mayor seguridad, a unas mayores y mejores prestaciones.

MONITORIZACIÓN Y TESTEADO

Estaciones meteorológicas

La importancia del clima como factor condicionante de la configuración del paisaje y su incidencia en el funcionamiento y distribución de ecosistemas, queda fuera de toda duda y explica la especial importancia de este elemento a la hora de analizar cualquier territorio.

El clima general del archipiélago canario viene determinado por su condición insular y por su ubicación geográfica en las proximidades del Trópico de Cáncer. En líneas generales se puede definir como un clima subtropical con veranos secos, cuyas características le confieren un matiz oceánico, aproximándolo a los climas de tipo mediterráneo. Las circunstancias especiales que contribuyen a definir el clima canario son: la afección de borrascas de la zona templada y las depresiones frías de altura, la corriente oceánica de Canarias, las invasiones de aire polar marítimo, el abrupto relieve insular (Pico del Teide 3.718 m.s.m.), las invasiones de vientos continentales procedentes del Sáhara (calima) y el régimen de vientos alisios.

Imagen 1. Islas Canarias, polvo en suspensión procedente del Sáhara, calima. FUENTE: satélites.pro.

El ITER cuenta con una serie de estaciones meteorológicas que miden parámetros de viento, radiación solar, humedad relativa y temperatura del aire.

La Estación Meteorológica TORRE está situada en las coordenadas UTM 351180,54-3105916,74 a una cota de 34 metros sobre el nivel de mar. Todos los sensores se encuentran colocados a lo largo de una torre metálica de celosía de aproximadamente 45 metros de altura. En el extremo superior de la torre, coincidiendo con la altura del buje de los aerogeneradores, se sitúa el sensor sónico WindSonic que mide dirección y velocidad de viento. Los sensores restantes (anemómetro de cazoletas, veleta, y sensores de humedad y temperatura) se sitúan a una altura de 25 metros.

Por otra parte, la Estación Meteorológica SOLTEN se encuentra situada en las coordenadas UTM 350115,35-3106285,03 a una cota de 103 metros sobre el nivel de mar. Es una estación montada en cubierta dotada de anemómetro/veleta, termo-higrómetro, sensor de temperatura tipo LM35, piranómetro y sensor para la estimación de la suciedad.

Ambas estaciones están conectadas en tiempo real al servicio de datos de ITER y se encuentran disponibles para consulta pública a través de la web ClimaTenerife.

Adicionalmente, ITER ha implementado un sistema de predicción meteorológica destinado a mejorar la gestión de sus instalaciones renovables. Las predicciones se calculan día a día en el superordenador Teide de ITER empleando el modelo numérico de predicción meteorológica WRF (Weather Research and Forecasting).

Parametrización de las viviendas

El conjunto edificatorio se considera laboratorio vivo a partir de la consideración de los usuarios o visitantes en las propias decisiones que el ITER toma respecto a las diferentes estrategias incorporadas en cada unidad residencial turística. Es decir, por un lado, se toman datos y se registran a partir de los sensores colocados en diferentes estancias de las casas o unidades residenciales turísticas, y los resultados se contrastan con las opiniones registradas a partir de cuestionarios de satisfacción. Por otro lado, las unidades residenciales turísticas se ofrecen para implementar soluciones innovadoras de arquitectura sostenible y se facilita el acceso a la gestión energética y el control sobre la valoración de los usuarios frente a las soluciones aplicadas. Los usuarios tienen acceso a la monitorización online en tiempo real y el ITER tiene la posibilidad de aplicar diferentes estrategias a partir de los datos obtenidos, principalmente en lo relativo al confort adaptativo y la optimización de las estrategias bioclimáticas incorporadas.

El sistema de automatización y gestión técnica de la energía del laboratorio vivo se estructura esquemáticamente de la siguiente manera: en las unidades residenciales turísticas existen diferentes sensores a través de los cuales se toman los datos que se remiten a un servidor, el cual pone a disposición de un ordenador central los datos recogidos. El ordenador central realiza una compilación global de todos los datos de cada una de las unidades residencial turística, permitiendo el acceso a los datos globales o individuales, la monitorización de su funcionamiento en tiempo real y el estudio de la evolución de los distintos parámetros en el tiempo. El sistema de monitorización del laboratorio vivo está compuesto, por lo tanto, por diferentes sistemas de elementos interconectados entre sí: el sistema de sensores, el sistema de comunicaciones, el sistema de proceso y almacenamiento. Los sensores comunes a todas las viviendas incluyen:

- Sensores de temperatura a distintas alturas de la unidad residencial turística
- Sensores de temperatura superficial a ambos lados de paredes y techos
- Sensores de humedad relativa
- Medidores de flujos de aire

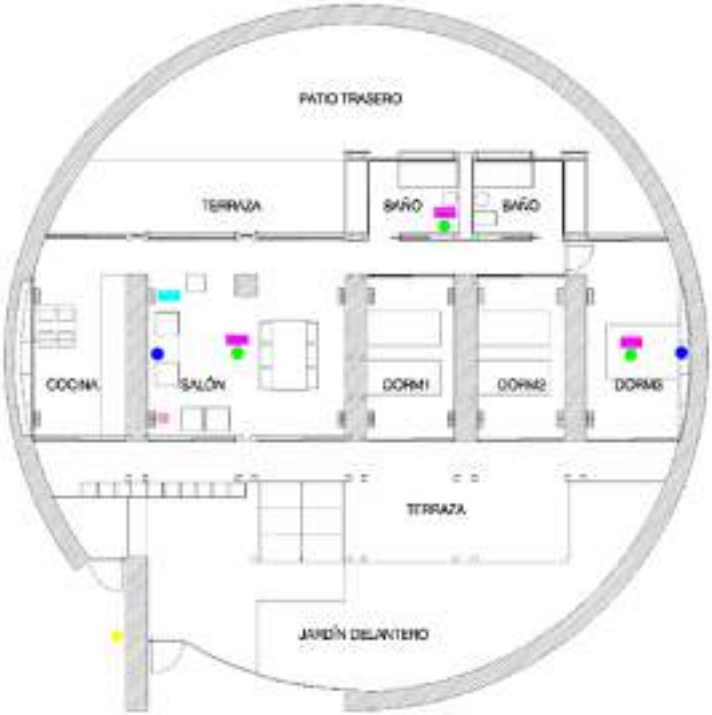
Los principales objetivos del sistema domótico[19] del Living Lab CBITER son los siguientes:

- Gestionar técnicamente la eficiencia energética de las viviendas de manera individual y global – a modo de urbanización-.
- Permitir la comunicación del sistema con una red general de telecomunicaciones
- Facilitar el acceso a la información desde las viviendas y desde cualquier PC que se encuentre conectado a LAN del ITER, usando simplemente un navegador Web.
- Mejorar el confort de las viviendas mediante el registro y publicación de los datos obtenidos

La monitorización del laboratorio bioclimático no sólo aporta información simultánea acerca del balance energético (energía generada-consumida), sino que además una información actualizada sobre el consumo de energía permite plantear mejores estrategias de ahorro y eficiencia energética, mediante la realimentación ofrecida a los usuarios acerca de las consecuencias que la conexión de los aparatos de la vivienda tendría sobre el consumo; el cuadro eléctrico de la unidad residencial turística nos facilitaría esta información.

Las personas que ocupan las viviendas tienen en todo momento acceso a los datos monitorizados.

[19] La unidad residencial 6 denominada El Alisio es la primera casa con sistema domótico monitorizada en las instalaciones del Living Lab CBITER. Debido a su relevancia, se hace mención en este documento, aunque hay que aclarar que el resto de unidades turísticas carece de automatización.



Salón:

-Temperatura del aire y humedad relativa interior

-Temperatura de superficie

-Velocidad del aire interior

-Temperatura en cámaras

Baño:

-Temperatura del aire y humedad relativa

Dormitorio 3:

-Temperatura del aire y humedad relativa

-Temperatura superficial

Exterior:

-Consumo eléctrico

-Humedad relativa exterior

Figura 9. Living Lab CBITER, La Geria, esquema de sensores. FUENTE: ITER.

Por otro lado, se les solicita la cumplimentación de un formulario para evaluar el grado de confort a lo largo de su estancia, obteniendo así una herramienta de diagnóstico adicional para la valoración e interpretación de los datos cuantificados.

El grado de confort térmico de los usuarios depende a rasgos generales de las condiciones del interior de las viviendas. Tanto la implementación de un sistema domótico (vivienda 6 El Alisio) y la monitorización mediante sensores nos permite conocer esas condiciones; se instalan en cada una de las viviendas los siguientes sensores: sensores de temperatura a distintas alturas de la vivienda y a ambos lados de paredes y techos, sensores de humedad, medidores de flujos de aire, y se formula la posibilidad de incluir en la monitorización sensores de presencia.

Estos sensores se complementan con estaciones meteorológicas, que miden parámetros tales como radiación solar, temperatura exterior, presión atmosférica, humedad y partículas, y contadores de consumo y producción eléctrica. Todos los datos son tomados y registrados, con la posibilidad de visualizar a tiempo real. De esta manera el Laboratorio vivo CBITER dota tanto a los profesionales del sector de la construcción como al usuario final de las edificaciones de unas pautas reales de ahorro energético y confort que abarcan desde el inicio del proyecto hasta la gestión final de la urbanización. Esta herramienta de trabajo facilita y a su vez hace más flexible la concepción de proyectos con garantías reales de sostenibilidad. Paralelamente se desarrolla una metodología para el cálculo de incertidumbres de las medidas empíricas de los componentes y edificaciones.

RESULTADOS OBTENIDOS

Microclima

Los condicionantes específicos que generan el microclima en el laboratorio vivo CBITER son: (a) un clima cálido, (b) una incidencia especial del viento, (c) la proximidad a la costa, (d) una distancia considerable con respecto a zonas urbanas.

En concreto, el clima de Granadilla se inscribe dentro de las características de dinámica atmosférica general del clima de Canarias, y más concretamente de las vertientes meridionales de las islas occidentales protegidas de los vientos alisios, que presentan una climatología más seca y árida que las zonas septentrionales, a barlovento de dichos vientos. De manera general, se puede decir que la gran aridez, característica de esta región, es debida a que los vientos húmedos que vienen del norte no llegan a esta zona, como consecuencia de la barrera montañosa que supone la dorsal de la isla, que se interpone en su paso. A su vez, el ascenso altitudinal desde el nivel del mar hasta la Cordillera Dorsal, introduce diferentes zonas dinámicas que se pueden definir así:

- Una zona de costa, situada por debajo de los 300 m.s.m., en la que las temperaturas se aproximan a los 22°C de media anual y las precipitaciones son normalmente inferiores a los 150 mm. En ella se desarrollan, sólo espacios limitados, cultivos (tomates) en régimen de regadío, por la deficiencia pluviométrica. En esta zona se sitúa el living lab CB ITER.
- Una zona de transición entre la costa y la cumbre, más húmeda, situada entre los 300 y 800 m.s.m. aproximadamente. En ella las precipitaciones están próximas a los 250 mm anuales y las temperaturas en torno a los 17°C. En esta franja altimétrica se asienta la mayor parte de las tierras cultivadas, dedicadas fundamentalmente a la papa y diferentes especies hortofrutícolas, así como al viñedo. En toda la zona de tierras de secano prácticamente han desaparecido, dejando paso a los regadíos.
- Una zona de cumbres, por encima de los 800 m.s.m., donde el clima es más árido y frío. En invierno, cuando el aire polar marítimo invade esta región, pueden producirse importantes precipitaciones y registrarse temperaturas próximas o inferiores a los 0°C.

Imagen 4. Localización del Living Lab CBITER en el sureste de Tenerife, Islas Canarias. FUENTE: GRAFCAN.

El clima de Tenerife puede considerarse semiárido caliente-seco (BSh), según la clasificación climática de Köppen (1884) con una alta vulnerabilidad a los efectos derivados del cambio climático. El laboratorio vivo Living Lab CBITER se sitúa en Granadilla de Abona, en el sector sureste de Tenerife, en una zona costera situada por debajo de los 300 m.s.m., en la que las temperaturas medias anuales del aire son de 23,68°C, la media de las máximas 26,70°C y la media de las mínimas 22,30°C (serie de enero 2012 a 2019). La amplitud térmica diaria máxima registrada en este periodo ha sido de 17,90°C, el 17 de septiembre de 2011, y las máximas y mínimas absolutas registradas han sido 35,97°C y 17,20°C, respectivamente. La humedad relativa media donde se encuentra el Living Lab CBITER es de 68,20% para el mismo periodo (2011-2019), con lluvias escasas e irregulares concentradas en los meses de otoño- invierno (< 30 mm), con una radiación > 5,0 kWh/m2 y una

severidad climática definida por el CTE, A3, (< 800 m) y velocidad del aire media anual entre 6,4 m/s (2000) y 2,66m/s (2019).

La temperatura media anual en el exterior de las unidades residenciales es un grado más baja que la interior (24,02°C), la humedad relativa media anual un 8% más baja en el interior (60%). La velocidad del aire en el interior de las unidades residenciales depende de la ventilación cruzada y del control de los elementos de ventilación diseñados para cada una de ellas, comprende los valores normales de 0,00 m/s hasta 1 m/s. En cuanto a la calidad del aire en la urbanización bioclimática que conforma el laboratorio vivo, la influencia de una fuente natural, las intrusiones de polvo provenientes del Sahara, provocan niveles de material particulado elevados en determinados periodos del año, especialmente en los meses de febrero y marzo.

El clima de la zona es un condicionante básico que ha definido en gran parte el Living Lab CBITER. El adecuado aprovechamiento del potencial de la zona (sol, aire, agua y tierra) mediante diferentes sistemas, integrados en las unidades residenciales, ayuda a la consecución de una autonomía energética.

El Living Lab CBITER está situado en Granadilla de Abona, en el sector sureste de Tenerife , a una altitud aproximada de 13 m.s.m. , una temperatura media de 23°C, una humedad relativa de 68%, en la zona pluviométrica V (< 300 mm), con una radiación promedio de 407 w/m2 y una severidad climática definida por el CTE, A3 (< 800 m).

La arquitectura como activo ambiental debe tener en cuenta todas las escalas a la vez. Sin duda alguna, la comprensión del territorio, del paisaje y la planificación de la ciudad resiliente y sostenible, requiere considerar a la arquitectura dentro de un entorno dinámico, capaz de concentrar y conducir cuestiones de diversas disciplinas, escalas y naturalezas.

La gestión urbana, el diseño adaptado al lugar, la reducción del consumo energético, la producción de energía procedente de recursos renovables o la utilización de materiales y sistemas constructivos de bajo impacto, son una oportunidad significativa en un sistema global e interconectado.

Mes	Temperatura del aire media (°C)	Velocidad media del aire (m/s)	Humedad relativa (%)	Radiación global diaria media (w/m2)
ENE	21,16	4,59	62,29	389,22
FEB	***20,69***	4,96	64,03	419,14
MAR	21,45	4,71	68,43	458,86
ABR	22,35	4,04	68,74	***466,99***
MAY	23,56	4,26	68,95	429,77
JUN	24,54	4,70	71,54	413,16
JUL	25,90	***5,74***	71, 29	459,71
AGO	***27,08***	5,51	71,23	446,15
SEP	26,52	4,46	***73,97***	409,72
OCT	25,83	***3,89***	70,17	377,35
NOV	23,69	4,18	66,22	353,91
DIC	22,05	4,83	***59,51***	***352,56***
TOTAL	23,68	4,69	68,20	407,80

Cuadro 9. Datos climáticos de Granadilla de Abona (periodo 2011-2019). FUENTE: ITER

Temperatura del aire

Las temperaturas medias del aire son de 23,68°C, la media de las máximas 26,70°C y la media de las mínimas 22,30°C (serie de enero 2012 a diciembre 2019). La amplitud térmica diaria máxima registrada en este periodo fue de 17,90°C, el 17 de septiembre de 2011, y las máximas y mínima absolutas registradas han sido 35,97°C y 17,20°C, respectivamente.

Mes	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ENE	-	21,43	21,41	20,62	20,6	22,2	21,43	20,95	20,61
FEB	-	19,62	21,26	20,31	19,9	21,16	21,03	20,07	22,15
MAR	-	21,59	22,37	20,77	20,86	20,88	22,15	21,96	21,01
ABR	-	21,58	23,82	22,24	21,3	22,29	23,89	21.91	21,75
MAY	-	24,93	23,22	23,29	24,08	22,98	24,79	21,97	23,32
JUN	20,80	26,48	24,46	24,82	24,35	25,01	26,38	23,86	24,74
JUL	21,20	27,48	26,32	25,80	27,43	26,81	26,65	25,57	25,81
AGO	21,80	28,63	28,16	27,00	27,71	28,11	28,05	26,98	27,25
SEP	22,20	27,85	26,79	27,54	27,52	26,52	27,14	26,84	26,30
OCT	22,00	26,37	25,97	26,80	26,57	25,81	27,39	25,60	25,96
NOV	19,40	24,54	23,91	24,52	24,93	23,84	24,92	22,89	24,23
DIC	18,2	22,37	22,08	21,92	237,2	22,61	21,81	22,78	22,99
MEDIA	***20,80***	***24,37***	***24,15***	***23,80***	***24,08***	***24,02***	***24,64***	***23,45***	***23,84***

Cuadro 10. Temperatura media (°C) en la zona de Granadilla de Abona, estación "SOLTEN" en ITER, periodo 2011-2019. FUENTE: ITER

Radiación solar

La latitud de Tenerife oscila entre 28°N y 28,6°N. En esta posición, la incidencia solar es prácticamente vertical (85° en verano, 38° en invierno) y los valores de radiación solar en una superficie horizontal han llegado a alcanzar valores de 8,16 kW/m2.

Humedad relativa

El estudio de la humedad del aire tiene importancia por el hecho de que actúa como agente regulador térmico, absorbiendo tanto la radiación solar como la radiación terrestre; indica la potencialidad de la atmósfera para producir lluvia inmediatamente sobre la superficie; actúa en la capacidad de evaporación y evapotranspiración de los elementos del medio, y ayuda a enfrentar posibles problemas derivados de la contaminación atmosférica, retirando contaminantes del aire por procesos físicos conocidos como remoción por la vía húmeda.

Actúa también como condicionante de la vitalidad de la vegetación; sobre el período de floración; para el predominio de determinadas especies y, contribuyendo a la retirada de contaminantes del aire (Hr>70%), ayuda a disminuir la cantidad de hollín/polco que recubre las hojas, favoreciendo el proceso de fotosíntesis. Además, es determinante para nuestro confort térmico.

La media de la humedad relativa anual se sitúa en torno al 68% para el periodo 2013-2019 en el Living Lab CBITER.

Mes	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ENE	-	58,6	62,6	72,2	59,3	59,3	59,5	66,8	60,0
FEB	-	61,0	65,3	68,8	66,8	66,8	68,8	65,8	48,9
MAR	-	71,7	74,1	67,2	66,4	66,4	62,1	70,0	69,5
ABR	-	68,5	64,0	71,9	70,3	70,3	68,4	68,1	68,4
MAY	-	70,2	64,9	71,0	68,2	68,2	68,7	69,2	71,2
JUN	71,4	75,7	69,6	70,4	72,8	72,8	67,5	74,1	69,6
JUL	73,1	68,0	78,6	71,0	68,9	69,9	69,9	72,3	70,9
AGO	75,7	70,2	70,8	73,2	70,2	70,2	69,6	71,8	69,4
SEP	75,0	76,1	73,5	72,6	74,5	74,5	72,6	73,7	73,2
OCT	69,3	72,0	70,9	67,4	73,2	73,2	64,1	72,7	68,7
NOV	65,4	64,7	67,6	67,8	61,8	61,8	67,4	71,2	68,3
DIC	62,6	59,5	69,6	63,3	49,6	49,6	63,1	58,8	59,5
MEDIA	***70,36***	***68,02***	***69,3***	***69,7***	***66,8***	***66,8***	***66,8***	***69,5***	***66,5***

Cuadro 11. Humedad relativa (%) en la zona de Granadilla de Abona, estación "SOLTEN" en ITER, periodo 2011-2019. FUENTE: ITER

Precipitaciones

Las lluvias en la zona sur de la isla son escasas e irregulares, concentradas en los meses de otoño e invierno, pero con grandes variaciones anuales. Según los registros de pluviometría en el Aeropuerto Reina Sofía (cercano al laboratorio vivo), en los últimos 30 años (1980-2010) se han producido 19 episodios de lluvias torrenciales (>30mm), pero casi la mitad de la última década (2000-2010), casi a razón de una al año. Destacan los aguaceros de febrero de 2005 y noviembre de 2006 que alcanzaron los 56,8 y 81,2 mm, y el máximo diario registrado de 136 mm, el 19 de noviembre de 1983. Estos aguaceros tienen particular importancia porque pueden hacer que corra el agua por los barrancos (al lado de la urbanización) y haya aporte de nutrientes al mar.

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS							
Fecha			l/m²	Fecha			l/m²
19	Nov	1983	***136,0***	16	Dic	2002	42,1
18	Mar	1984	45,4	19	Feb	2004	30,1
4	Nov	1987	38,3	23	Feb	2005	***56,8***
27	Feb	1988	30,7	9	Ene	2006	40,0
9	Dic	1989	45,0	28	Oct	2006	46,1
25	Oct	1989	47,0	1	Nov	2006	81,2
24	Nov	1989	***96,5***	27	Ene	2007	46,2
17	Mar	1993	53,2	31	Ene	2010	30,7
12	Dic	1995	31,9	29	Nov	2010	47,5
2	Feb	1996	61,0				

Cuadro 12. Precipitaciones máximas diarias (l/m2) en el Aeropuerto Reina Sofía. FUENTE: AEMET.

Viento

El régimen de vientos moderados a fuertes persistentes durante el año en la costa sureste a sur transporta aire cargado de humedad marina hacia zonas de costa, cantidades de agua líquida en forma de pequeñas gotitas de agua que se depositan en forma de rocío salobre. La maresía, además de que se puede ver como una neblina ligera en muchas de nuestras costas, también se puede oler. La humedad del aire en el interior de la franja costera es muy elevada, en muchas ocasiones, superior al 90%.

La instalación de aerogeneradores en ITER nos indica la presencia de vientos moderados a fuertes que soplan en direcciones casi constantes. La franja costera sureste a sur tiene un régimen pluviométrico escaso e irregular, no obstante, la humedad del aire en el interior de la franja costera es muy elevada. Esta franja costera, menos accidentada presenta un desarrollo más amplio de la flora en este piso de vegetación, matorral costero, hasta los 500m.

La conformación del paisaje costero denota la constancia e intensidad de los vientos, y dada su orientación e intensidad, debe existir un aporte ecológicamente importante de polvo hacia las aguas litorales.

La zona de Granadilla puede calificarse de ventosa, con vientos dominantes del NE y ENE (alisios, con frecuencia superior al 50%) y con un porcentaje de calmas por debajo del 3%, siendo el mes de julio el más intenso y noviembre el menos. Los períodos de calma son máximos en septiembre y mínimos en enero.

Según las series registradas por el ITER (2000-2020), la velocidad media anual varía entre 6,4 m/s (2000) y 2,66 m/s (2019), con un promedio de 4,90 m/s (17,64 km/h; media 2000-2010: 18,3 km/h). La media mensual más alta corresponde al mes de julio de 2012 (9,4m/s). La ráfaga máxima registrada alcanzó 149 km/h, en julio de 2002, mayor que la registrada con ocasión del huracán Delta (62 km/h) que en el aeropuerto Reina Sofía alcanzó ráfagas de134 km/h.

Esta variable climática tiene una clara influencia en los procesos de evaporación y transpiración, así

como la capacidad de dispersión de los contaminantes.

Polvo sahariano: En Canarias pueden producirse invasiones de aire cálido seco proveniente del este (25% de los días del año, con mayor incidencia debido al cambio climático), con la posibilidad de acarrear gran cantidad de polvo en suspensión desde el Sahara, cuya deposición anual puede alcanzar los 20g/m2 (Torres, 2000). La frecuencia de estos episodios es mayor en invierno (40%) y menos en primavera (17%). Este aporte de nutrientes y minerales (5% es hierro) incide favorablemente en la productividad marina, particularmente, en alta mar.

Mes	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ENE	-	5,9	6,3	4,11	5,43	4,00	3,39	4,70	2,85
FEB	-	7,8	6,7	4,24	5,49	5,00	4,08	3,84	2,55
MAR	-	7,0	4,5	5,13	4,86	4,69	4,84	3,06	3,63
ABR	-	5,9	5,7	3,89	3,91	3,67	3,88	3,06	2,34
MAY	-	4,9	6,1	4,75	4,24	3,78	3,74	3,61	2,97
JUN	6,2	6,6	7,1	3,84	2,85	4,77	4,59	4,11	2,21
JUL	7,7	***9,4***	5,6	4,34	5,86	5,49	4,72	6,13	2,40
AGO	7,6	9,1	7,0	5,48	5,69	5,65	5,05	1,72	2,30
SEP	5,8	4,0	5,5	2,62	3,49	5,39	4,55	4,34	
OCT	6,1	4,9	5,2	3,20	2,83	2,95	3,13	2,82	
NOV	4,4	5,0	5,3	3,50	4,56	4,09	3,61	2,94	
DIC	8,5	5,5	6,0	4,34	3,10	3,57	4,71	2,95	
MEDIA	***6,61***	***6,33***	***5,92***	***4,12***	***4,36***	***4,42***	***4,19***	***3,61***	***2,66***

Cuadro 13. Velocidades medias mensuales (m/s) del viento en la estación del ITER, medido a 30m sobre el suelo, periodo 2013-2019.FUENTE: ITER

Hidrología

El 30 de septiembre de 2020 finalizó el año hidrológico 2019-2020. Es el tercero más seco desde 1961 en las islas occidentales. La precipitación (134 l mm) es solamente el 46% de la cantidad esperada.

1 2 3 4

Gráfico 1. Porcentaje de Agua Disponible A.D.T. = 25 mm día: 13/10/2020. Muy seco (0-10%).2. Evapotranspiración Potencial Acumulada, periodo: 07 a 13 de octubre de 2020: 30-36mm. 3. Precipitación acumulada, periodo: 07 a 13 de octubre de 2020: 0-0,3 mm. 4. Porcentaje de Agua Disponible respecto A.D.T. 0 Rmax (mm), día: 13/10/2020. Muy seco (0-10%). FUENTE: AEMET.

El proceso de evaluación diaria del balance hídrico proporciona parámetros relativos a tres variables - precipitación, evapotranspiración potencial y humedad de suelo - de los que se muestra su distribución en todo el territorio nacional en diferentes mapas que se actualizan cada siete días y de forma resumida en el Boletín Hídrico Nacional que se actualiza cada diez días.

Si existe un exceso de humedad relativa en el aire acompañado de una saturación del suelo, se intentará privilegiar aquellas brisas que tiendan a secar el aire y reducir la humedad relativa.

Se consideran las previsiones de los organismos internacionales sobre cambio climático, que presentan escenarios para la zona con precipitaciones escasas pero acumuladas en intervalos de tiempo muy corto y con intensidades muy elevadas.

Urbanización bioclimática

Las condiciones que se deben dar para el confort han sido estudiadas a través de climogramas, como el propuesto por los hermanos Olgyay. Olgyay nos permite determinar los valores que se deben dar a los parámetros para situarnos en la zona de confort, definida por unos valores límite de temperatura de termómetro seco y humedad relativa. Se pueden diferenciar en el gráfico de Olgyay dos áreas en la zona de confort, en función de la humedad: una central que representa la zona de confort como tal y otras zonas a ambos lados de ésta que abarcan zonas que podrían ser confortables con la corrección de ciertas condiciones ambientales. El límite inferior de la zona de confort indica la línea de sombra, de forma que los puntos situados por encima precisan sombra y los situados por debajo necesitan radiación (Moran, L.,2015). Este climograma se utiliza principalmente para exteriores. En este caso se ha utilizado para considerar las condiciones de confort de la urbanización que conforma el laboratorio Living Lab CBITER, para valores promedio de temperatura y humedad relativa anuales. En el gráfico se ha representado los valores medios entre 2012 y 2019, mensualmente.

La zona de bienestar o confort de referencia queda definida en el diagrama psicométrico de Olgyay para una persona en reposo y a la sombra, con una temperatura ambiente entre 22°C y 27°C, y una humedad relativa entre el 20% y el 80%, unos límites que corresponden a una sensación térmica aceptable.

En su carta bioclimática Olgyay integra las dos variables fundamentales para el bienestar como es la temperatura y la humedad, y se añaden otras como la radiación, la velocidad del viento y la evaporación como medidas correctoras. En el diagrama se distingue:

- Una zona de confort para una persona en reposo y a la sombra. Está limitada por la temperatura del aire, que aparece en ordenadas y la humedad relativa del aire en %, en abcisas.
- Una serie de líneas, que representan las medidas correctoras que es preciso realizar en el caso de que las condiciones de temperatura y humedad se salgan fuera de la zona de confort. Estas líneas son:
    - La línea de insolación o golpe de calor probable, en la parte superior, indica posibles desmayos por la combinación de altas temperaturas y elevada humedad. Como podemos observar en la tabla, para los valores promedio del laboratorio Living Lab CBITER entre 2012 y 2019, no se alcanza esta línea.
    - La línea de congelación, se ha omitido en este gráfico debido a las condiciones específicas de la zona de estudio, estaría situada en la parte inferior del gráfico (0°C) en horizontal.
    - El límite de trabajo de intensidad moderada, situada por debajo de la línea de insolación, indica la recomendación de disminuir la actividad que se está llevando de caminar rápido o bailar, por ejemplo, a una intensidad más baja por riesgo de golpe de calor.
    - El límite de viento y humedad, situada por debajo del límite de trabajo de intensidad moderada.
    - Gramos de agua/ kg de aire seco.
    - El viento en m/s, se representa por unas líneas crecientes con la temperatura y decrecientes con la humedad.

- La radiación expresada en Kcal/hora, se sitúa en el límite inferior de la zona de confort (verano e invierno) y con ella se dibuja la línea de sombra o límite a partir del cual el confort se pierde como consecuencia del frío.

El empleo del diagrama psicométrico de modo simple es el siguiente: los puntos situados por debajo de la zona de confort indican periodos infra-calentados por lo que es necesaria la radiación solar para alcanzar la comodidad térmica. Los puntos situados por encima indican periodos sobrecalentados y el bienestar requiere del concurso de la ventilación. Es posible utilizar las temperaturas mensuales, medias o extremas, o los valores diarios.

Los datos obtenidos de la torre meteorológica de ITER desde 2013 a 2019 van dirigidos a conocer los promedios mensuales de las variables de la temperatura del aire, la humedad, las precipitaciones y regímenes de vientos. Estos datos se organizan de acuerdo con el método de carta psicométrica, se interpreta la información y al contar con datos suficientes, se determina la validez de las estrategias bioclimáticas implementadas y se consideran las posibles mejoras y correcciones a ser aplicadas con una visión holística de las instalaciones que conforman el laboratorio vivo.

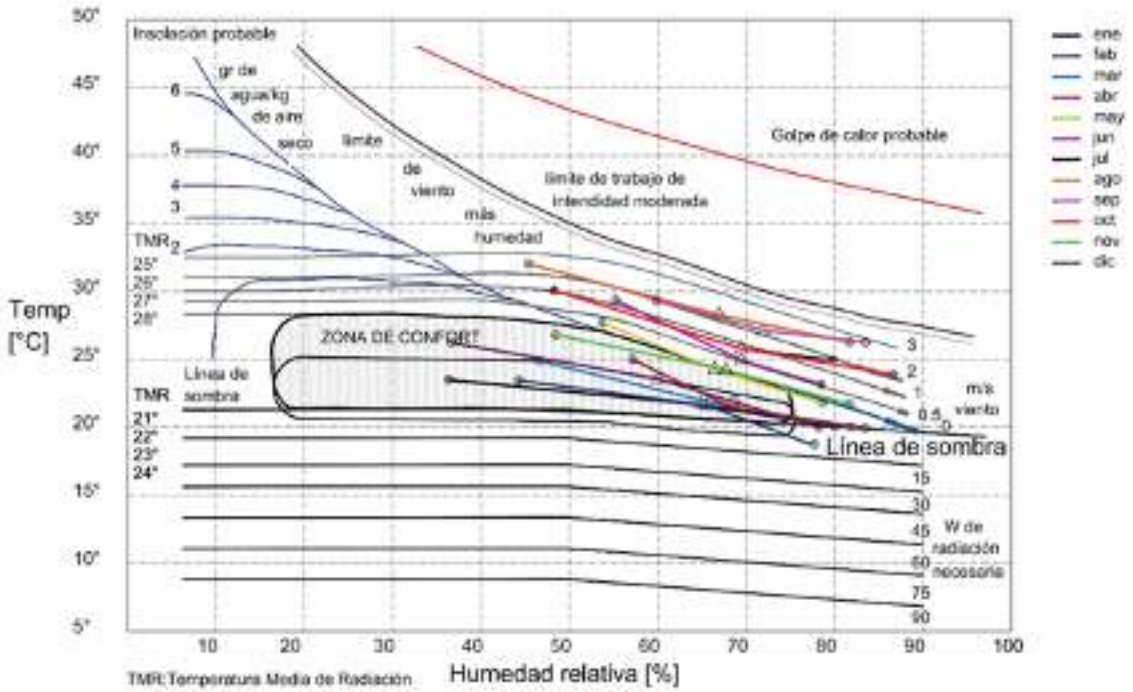


Gráfico 4. Diagrama psicométrico de Olgyay con los promedios de la urbanización CBITER 2013-2019. FUENTE: ITER

En el gráfico se representan los valores máximos, mínimos y promedios mensuales. Los meses más calurosos del año, de arriba a abajo en el diagrama: agosto, septiembre y octubre. Los meses más fríos: enero, febrero y marzo. Los valores promedio mínimos de diciembre y febrero, están situados por debajo de la línea de sombra (zonas con necesidad de radiación).

Abril y junio son los meses en los que la línea de promedios se muestra más inclinada, es decir con mayor distancia entre los valores máximos y mínimos promedio. Enero es el mes que presenta una línea más horizontal, con mayores variaciones con respecto a las humedades relativas (%).

Noviembre no supera la temperatura de confort de 28°C, los meses situados por encima de la zona de confort precisan del movimiento del aire, por lo tanto, son precisas las protecciones solares, el aprovechamiento del viento o de corrientes de aire (junio, julio, agosto, septiembre y octubre; las condiciones sobre los vientos en la zona están determinados en el apartado correspondiente). Las humedades relativas en general son altas, varían sin embargo entre todos los meses entre 35%-83%.

El diagrama de Olgyay es un indicador gráfico de las condiciones exteriores que nos da una idea general de las variables climáticas de la urbanización en sí; no tiene en cuenta la edificación y las variaciones que éstas producen en la temperatura ni humedades en el interior de éstas.

Las temperaturas en el interior de las 24 unidades residenciales y la temperatura en el exterior de las viviendas tienen una diferencia positiva máxima promedio de + 2,2°C (febrero), por lo tanto, el valor de la temperatura promedio interior en febrero es 21,7°C y en la urbanización (temperatura del aire exterior) es de 19,5°C. La temperatura en el interior de las viviendas se encuentra aún dentro de la zona de confort térmico (humedad relativa + temperatura). Las temperaturas promedio en el interior de las viviendas oscila entre el valor mínimo de 21°C (diciembre) y 27°C (agosto). En noviembre el diferencial de humedad relativa entre interior y exterior alcanza su valor promedio máximo: 12,6%, interior 54,9% y exterior 67,5%. Los valores promedio de humedad relativa desde 2012 a 2019, en el exterior de las viviendas oscilan 60,7% (diciembre) y 73,2% (septiembre), es decir, son considerablemente altos; en el interior oscilan entre 52,3% (diciembre) y 64,2% (julio), ligeramente fuera de la zona de confort.

Mes	TOTAL PROMEDIO 2013-2019		
TEMP. MEDIA	INTERIOR	EXTERIOR	DIF
ENERO	21,5	20,3	***1,2***
FEBRERO	21,7	***19,5***	***2,2***
MARZO	21,9	20,3	***1,7***
ABRIL	23,1	21,4	***1,7***
MAYO	24,4	22,6	***1,8***
JUNIO	25,6	23,8	***1,9***
JULIO	26,4	25,3	***1,1***
AGOSTO	***27,0***	***26,7***	***0,3***
SEPTIEMBRE	26,9	26,4	***0,5***
OCTUBRE	26,7	24,7	***2,0***
NOVIEMBRE	22,1	23,1	***-1,0***
DICIEMBRE	***21,0***	21,6	***-0,6***
ANUAL	***24,0***	***23,0***	***1,1***
HUMEDAD	INTERIOR	EXTERIOR	DIF
ENERO	55,9	63,9	-8,0
FEBRERO	58,6	64,7	-6,1
MARZO	59,0	67,9	-8,9
ABRIL	59,7	68,5	-8,8
MAYO	61,3	68,7	-7,4

Mes	TOTAL PROMEDIO 2013-2019		
HUMEDAD	INTERIOR	EXTERIOR	DIF
JUNIO	62,2	70,9	-8,7
JULIO	64,2	71,4	-7,2
AGOSTO	64,1	70,4	-6,3
SEPTIEMBRE	64,0	73,2	-9,2
OCTUBRE	63,3	69,7	-6,4
NOVIEMBRE	54,9	67,5	-12,6
DICIEMBRE	52,3	60,7	-8,4
ANUAL	60,0	68,1	-8,2

Cuadro 14. Promedio de temperaturas y humedad relativa registradas en el interior y exterior de las viviendas bioclimáticas, periodo 2013-2019. FUENTE: ITER

Viviendas bioclimáticas

El climograma que se utiliza en interiores para la aproximación al confort es el de Givoni. Se trata de un gráfico psicométrico con diferentes áreas marcando las zonas de confort y las distintas zonas en las que con una modificación de los valores (estrategias 1-14) se puede lograr el deseado confort. Las estrategias planteadas en el diagrama son las siguientes:

1	2	3	4	5	6	7
Zona de confor	Zona de confort permisible	Calefac-ción por ganancias internas	Calefac-ción solar pasiva	Calefacción solar activa	Humidifica-ción	Calefacción convencio-nal
8	**9**	**10**	**11**	**12**	**12**	
Venti-lación/ Protección Solar	Alta Masa Térmica	Enfriamien-to por Eva-poración	Refrige-ración Alta Masa Térmica/ Ventilación Nocturna	Ventilación natural o mecánica	Aire acondi-cionado	Deshumi-ficación Mecánica

Cuadro 15. Estrategias propuestas en el gráfico psicométrico de Givoni. FUENTE: Diagrama de Givoni.

El diagrama es por lo tanto una carta de estrategias posibles que trata de ayudar a definir cuál es la posible actuación a seguir en función de las condiciones higrotérmicas que tenga el edificio según el momento en cuestión. En el diagrama se diferencian unas áreas que se subdividen en zonas de distintas condiciones, que van a asociadas a las posibles técnicas bioclimáticas que deben emplearse para alcanzar la zona de confort térmico perdida.

En la parametrización de las unidades residenciales han quedo registradas de forma continua la temperatura del aire, la temperatura superficial, la humedad relativa y la velocidad del aire principalmente. Además de esto, de manera puntual, se han registrado datos de las fachadas a

través del estudio termográfico de las fachadas, de los niveles de luz y sonido en el interior y exterior de las viviendas.

El laboratorio vivo nos facilita también información sobre el balance energético de las casas (energía generada/consumida). Además de esto, la información actualizada sobre los consumos permitirá a los usuarios tomar decisiones en tiempo real, a partir de poder "observar en la pantalla" las consecuencias directas de consumo al conectar un dispositivo a la red energética. En la representación gráfica (figura 9) de los **datos registrados en 2019** en la unidad residencial turística La Duna a partir de la monitorización, dibujados sobre el ábaco psicométrico de Givoni, se observa que los meses de **agosto y septiembre**, los parámetros que definen el ambiente interior se han salido de la zona de confort. Estas desviaciones se corrigen según las estrategias definidas en el propio ábaco: mediante protección solar y ventilación depende de los usuarios.

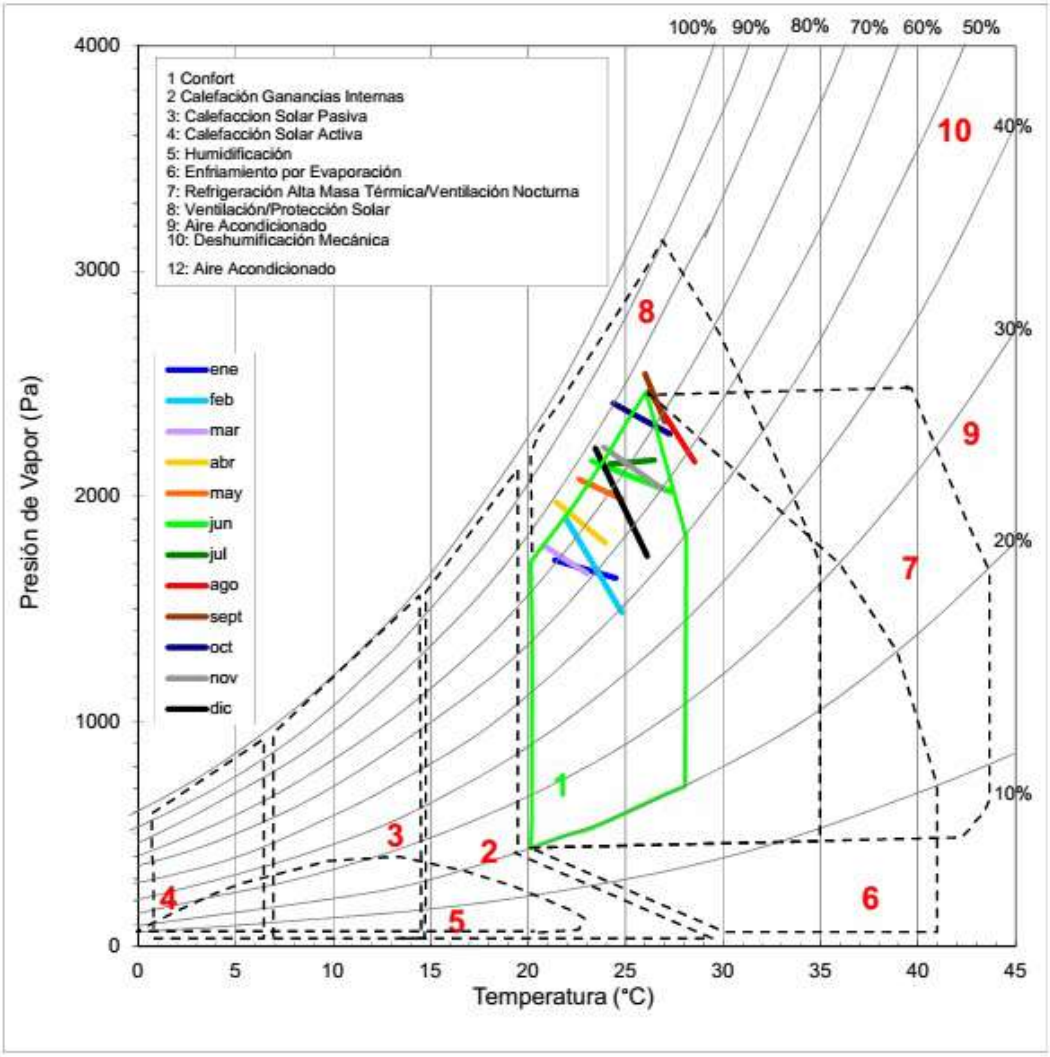


Figura 10. Ábaco psicométrico de la unidad residencial "La Duna" –U.A. 24- en 2019. FUENTE: ITER.

La temperatura promedio en el interior de la Duna es de 24,6°C (+1,6°C de la temperatura media exterior), registrada en el laboratorio CBITER en el rango de tiempo elegido (2013-2019). La humedad relativa oscila para el mismo periodo entre 68,7% en el interior de la unidad residencial turística y 68,1% en el exterior. Ambos parámetros se mantienen dentro de la zona de confort definida por Givoni en su ábaco psicométrico. La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de las casas bioclimáticas alcanza su máximo valor medio en el Gavión (U.A. 8 = +3,3°C) y el valor diferencial medio mínimo en la unidad residencial turística U.A. 22 (El Patio= -0,6°C con respecto a Tmext= 23°C).

Este mismo análisis se realiza de las 24 unidades residencial turísticas a lo largo de 2011 a 2019. Se toman datos y se registra el ambiente interior; luego se contrastan los datos con los obtenidos a partir de la valoración personal de los usuarios y los patrones de confort adaptativo establecido a partir de los perfiles de usuario que poco a poco se acercan minuciosamente a las necesidades de muchos usuarios potenciales.

Según los datos obtenidos a lo largo de 8 años consecutivos, las temperaturas promedio de los 24 modelos residenciales que forman parte del laboratorio al aire libre Living Lab CBITER, en el exterior se obtiene un valor de 23,0°C y de 24°C en el interior. En relación a los valores medios de humedad relativa, en el exterior se registra un valor alto de 68, 1% y en el interior 60%. Estos valores solo trasmiten una generalidad con respecto a las diferencias entre los parámetros en el interior y exterior

Si consideramos para el mismo rango temporal cada una de las unidades residenciales por separado, los valores promedio de temperatura del aire se encuentran en la zona de confort definida por Givoni, excepto en ciertas unidades donde la temperatura es en algunos meses superior: la Geria para los meses de julio a octubre (julio 29,2°C; agosto 30,1°C; septiembre 29,5°C; octubre 28,9°C), El Gavión (agosto 28,9°C; septiembre 29,0°C; octubre 28,5°C), La Geoda (octubre 28,2°C), La Tea (agosto 28,2°C; septiembre 28,5°C), El Río (agosto 28,1°C), Noche y Día (agosto 28,1°C;septiembre 28,3°C), El Bernegal (agosto 28,3°C), El Dispositivo (septiembre 28,5°C) y La Arcilla (agosto 28,0°C;septiembre 28,1°C; octubre 28,4°C). En El Patio en diciembre la temperatura del aire promedio registrada en diciembre es de 17,8°C y en El Cangrejo en marzo 17,0°C y abril 17,4°C. El resto de valores de temperatura del aire interior se sitúa dentro de la zona de confort establecida por el ábaco psicométrico de Givoni.

En relación con los datos de temperatura del aire que se sitúan fuera de la zona de confort, hay que especificar que no se deben considerar por separado cada uno de los valores (aquí se mencionan), hay que considerar las 3 variables de manera simultánea (velocidad y temperatura del aire, y humedad relativa) para ello se utiliza el ábaco psicométrico de Givoni. Sobre los datos obtenidos fuera de la zona de confort en La Geria, el lucernario situado en el pasillo permite la entrada directa de la radiación solar, sin embargo, la velocidad del aire (tubos subterráneos) permite una sensación térmica menor, compensando el sobrecalentamiento registrado en los sensores de temperatura. Lo mismo ocurre con el Gavión, donde es posible regular las corrientes de aire a través de la ventilación cruzada; en La Geoda, la velocidad del aire se regula a través de la celosía en el frente de la vivienda que permite la entrada de la maresía; La Tea permite la apertura de los espacios casi por completo, con una serie de huecos a lo largo de toda la fachada interior en caras enfrentadas (comedor, sala y cocina); El Río se abre a todo lo largo en sus fachadas permitiendo la ventilación completa, incluso con una fuente de agua en movimiento que circula por el interior de la casa, etc.

La humedad relativa promedio registrada en el interior de las unidades residenciales a lo largo de 2013 a 2019, se sitúa como valores promedio totales y mes a mes (2013-2019) dentro de la zona de confort.

Como se puede observar en los gráficos (figura 10 y 11), en la comparativa de los datos obtenidos en 2019, en el interior de la Duna (figura 10), los datos registrados se sitúan en la zona de confort, mientras que en la urbanización (figura 11, en el exterior de las casas) casi todos los meses tienen picos fuera del rango de confort térmico. La zona de confort se encuentra dibujada en verde (zona 1: confort) y las líneas marcan el rango de datos registrados mensualmente. Los datos obtenidos en 2019, muestran que agosto y septiembre están todo el mes en el exterior de las viviendas, fuera de la zona de confort. Coinciden en las figuras (10 y 11) los mismos meses fuera de la zona de confort térmico. Sin embargo, el resto de meses en el interior de la vivienda denominada La Duna se refleja un mayor confort, con respecto a los datos obtenidos en el exterior de la propia vivienda.

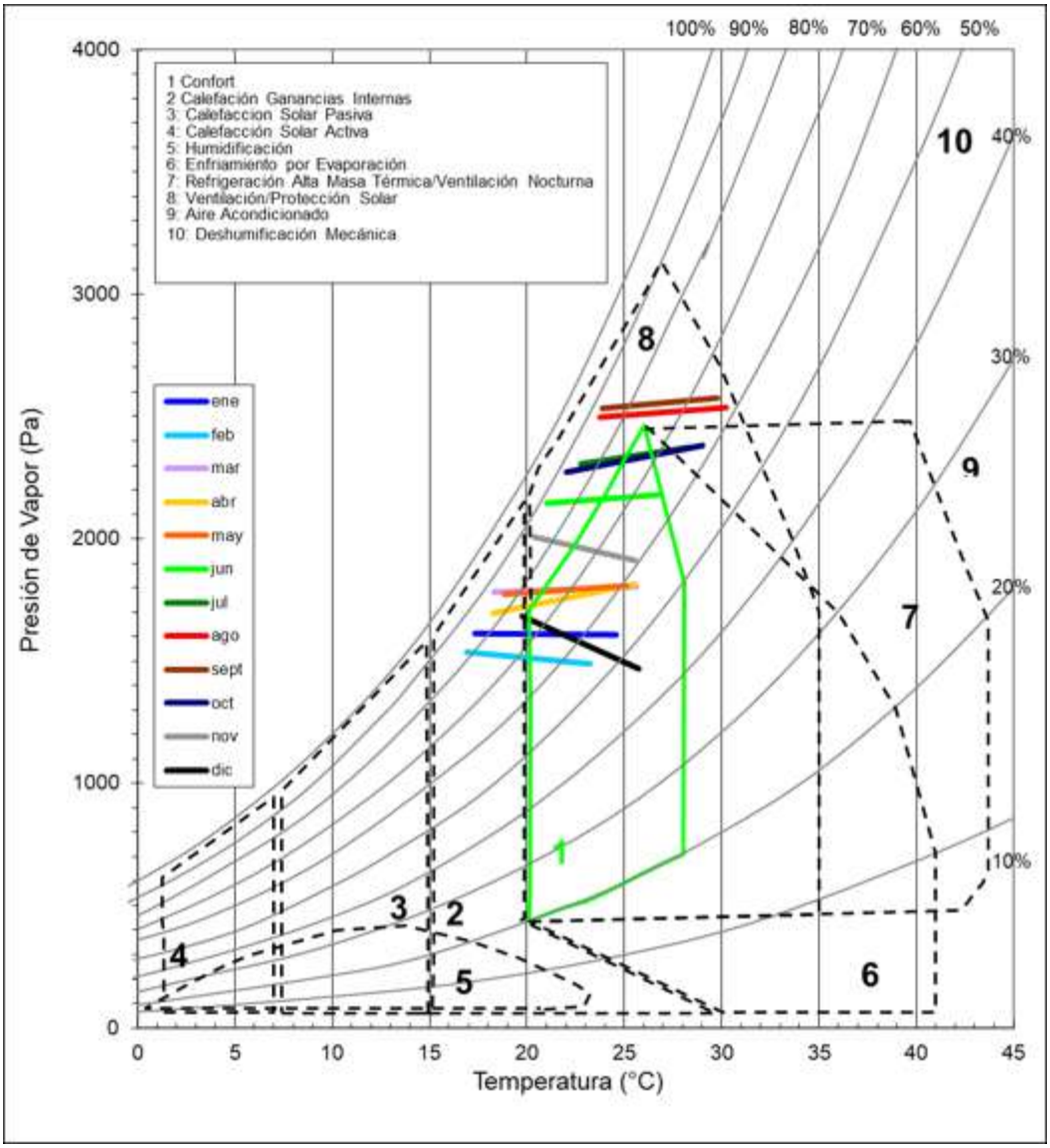


Figura 11. Ábaco psicométrico de la urbanización en 2019. FUENTE: ITER.

Cabe destacar que dentro de las estrategias bioclimáticas existen estrategias sencillas que no suponen un coste económico añadido, sino simplemente la manipulación del usuario de los elementos de control ambiental (bajar una persiana, abrir una ventana...), o previo a la construcción del edificio, elegir una correcta orientación, por ejemplo. Sin embargo, es necesario aclarar que hay ciertas estrategias que requieren de una reforma posterior y tienen una mayor complejidad (en este documento se contemplan las reformas llevadas a cabo en ciertas unidades residenciales del laboratorio Living Lab CBITER).

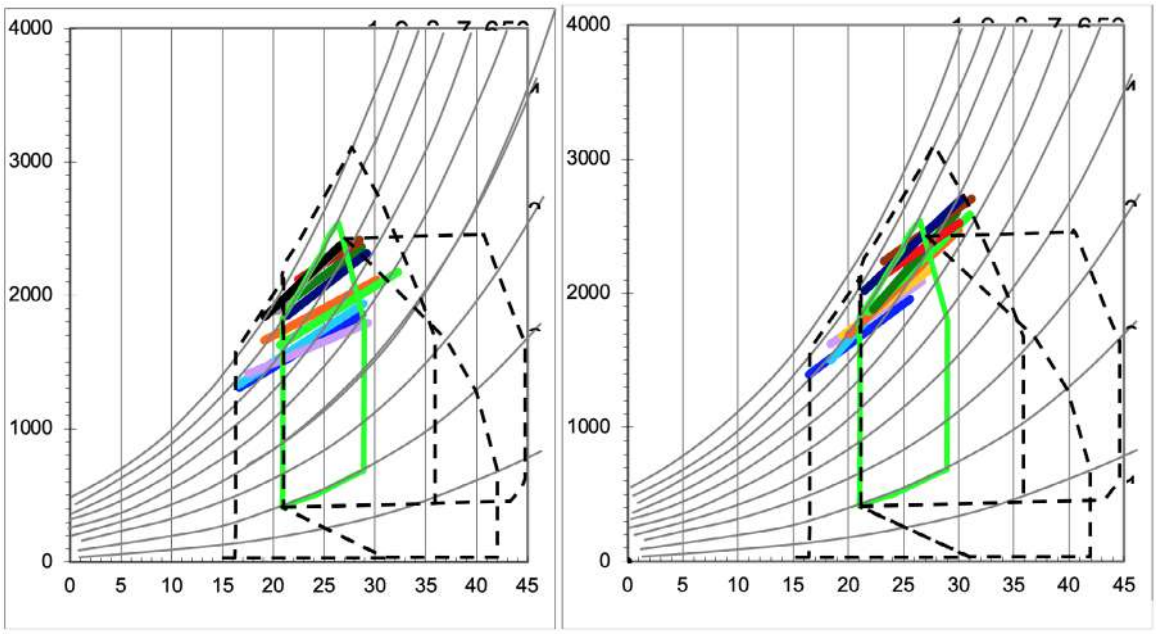


Figura 12. Comparativa de gráficas de La Religa antes y tras las reformas ejecutadas (izquierda 2013, derecha 2019). Las tablas se han simplificado debido a su escala. FUENTE: ITER.

A pesar de que los datos se sitúan dentro de la zona de confort en todas las unidades residenciales, los picos de las gráficas han sido corregidos mediante reformas en las siguientes unidades residenciales: La Tea (protección solar en la fachada oeste), El Patio (cierre del patio con carpinterías, que separan completamente el interior del exterior de la vivienda en los meses de más frío), La Religa (sustitución del pavimento metálico en forma de tramex, sustituido por madera y cierre a la radiación solar de una de las fachadas), entre otras mejoras.

En cierto sentido, las unidades residenciales se adaptan también a las exigencias comerciales (uso turístico) mediante la construcción de terrazas y solariums en el exterior (La Estrella), por ejemplo, motivos no tan relacionados con los parámetros ambientales en el interior de éstas.

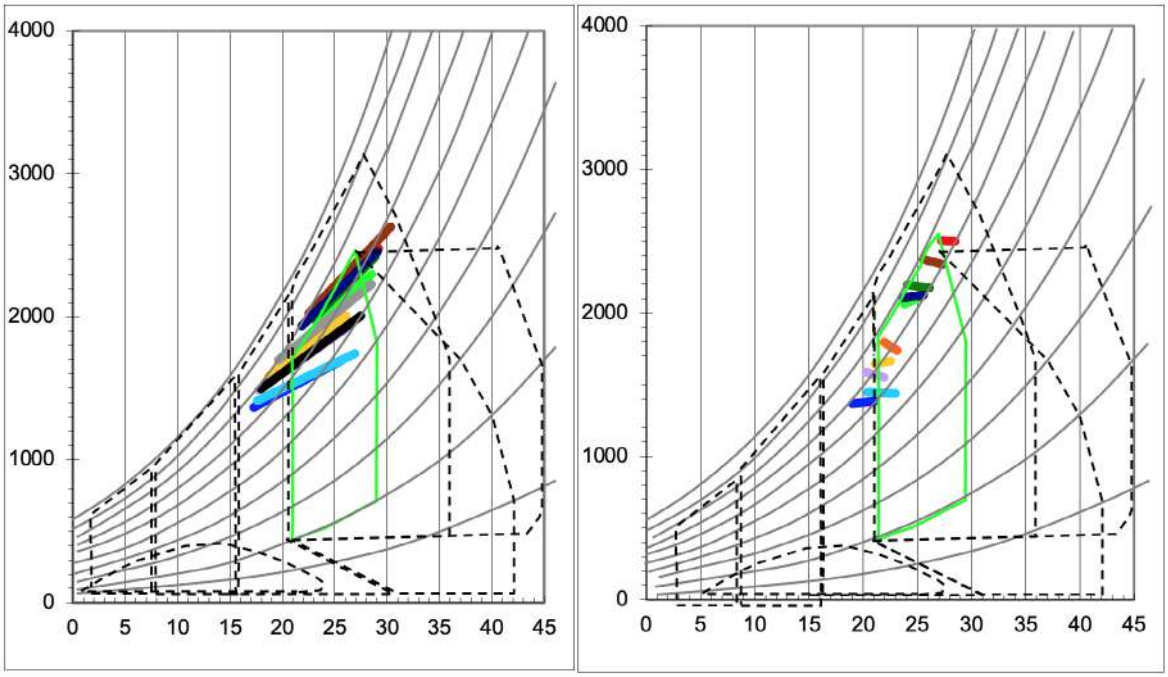
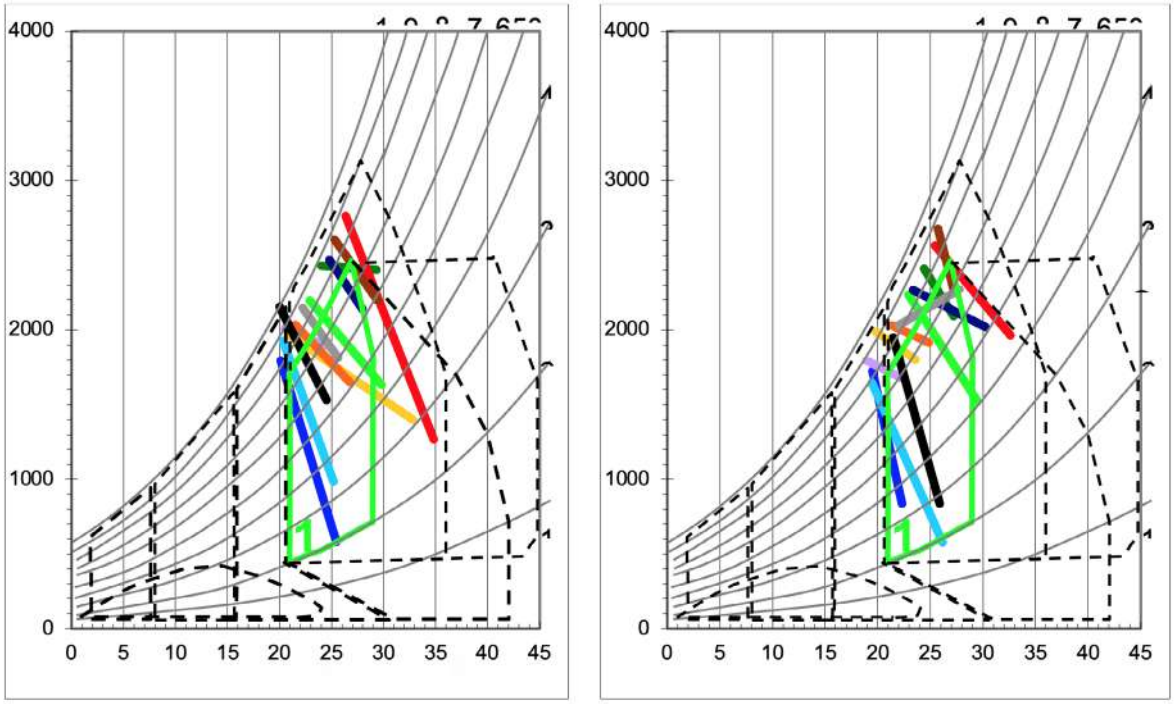


Figura 13. Comparativa de gráficas de El Escudo 2019- El Patio 2019. Amplitud de las líneas de datos registrados y zona de confort. Las tablas se han simplificado debido a su escala. FUENTE: ITER.

Sobre la comparativa a lo largo del periodo 2010-2019, de cada una de las unidades residenciales a lo largo del tiempo, se hace un análisis de tendencias, una comparativa interior-exterior de cada una de las viviendas en cada año y la comparación anual de unas casas con otras. Hay ciertas casas que se mantienen más estables a lo largo del tiempo, a pesar de las variaciones climáticas del exterior. El Caminito, las Bóvedas y El Dispositivo son las unidades residenciales que en su gráfica de Givoni tienen incluidos los valores máximos y mínimos dentro de la zona de confort. La Duna se ha adaptado con el tiempo muy bien en el entorno, tiene una valoración positiva de los usuarios y los valores medios se encuentran (2013-2019) dentro de la zona de confort. Sin embargo, cabe puntualizar que las líneas de la gráfica tienen una amplitud considerable, lo cual significa que las variaciones térmicas mensuales son más largas que para otras viviendas (dependiendo de las dependencias a estudiar), como ejemplo, El Patio en 2019 (figura 13 derecha). El Patio en agosto se sale de la zona de confort (son necesarios ciertos días medios auxiliares de refrigeración), sin embargo, todos sus meses tienen una amplitud bastante reducida (no hay grandes variaciones de temperatura/humedad/velocidad del aire) en las habitaciones.

En la gráfica (figura 13) es posible observar las variaciones en las líneas tras las reformas llevadas a cabo en la vivienda: las variaciones entre los resultados mensuales se estrechan, sin embargo, deberían trasladarse hacia el centro de la gráfica, en la zona de confort y las líneas deberían reducir aún más su amplitud. Se observa en la gráfica cómo los valores máximos siguen estando por fuera de la zona de confort, es decir se aconseja la ventilación de los espacios o una mayor protección solar para evitar cierto sobrecalentamiento. Los patrones de uso de las unidades residenciales influyen claramente en los gráficos. Las viviendas se alquilan en régimen de uso corto, como alojamiento turístico y los usuarios disponen de la casa a principio y a finales del día, en el transcurso del día la vivienda permanece la mayoría del tiempo cerrada.

Se hace, por un lado, la comparación de los parámetros ambientales de los años previos y posteriores a las reformas implementadas, y por otro lado, la comparativa de las temperaturas exteriores del mismo rango temporal, en relación con la ocupación de la casa en este tiempo, para valorar la influencia de diferentes factores en los resultados obtenidos.



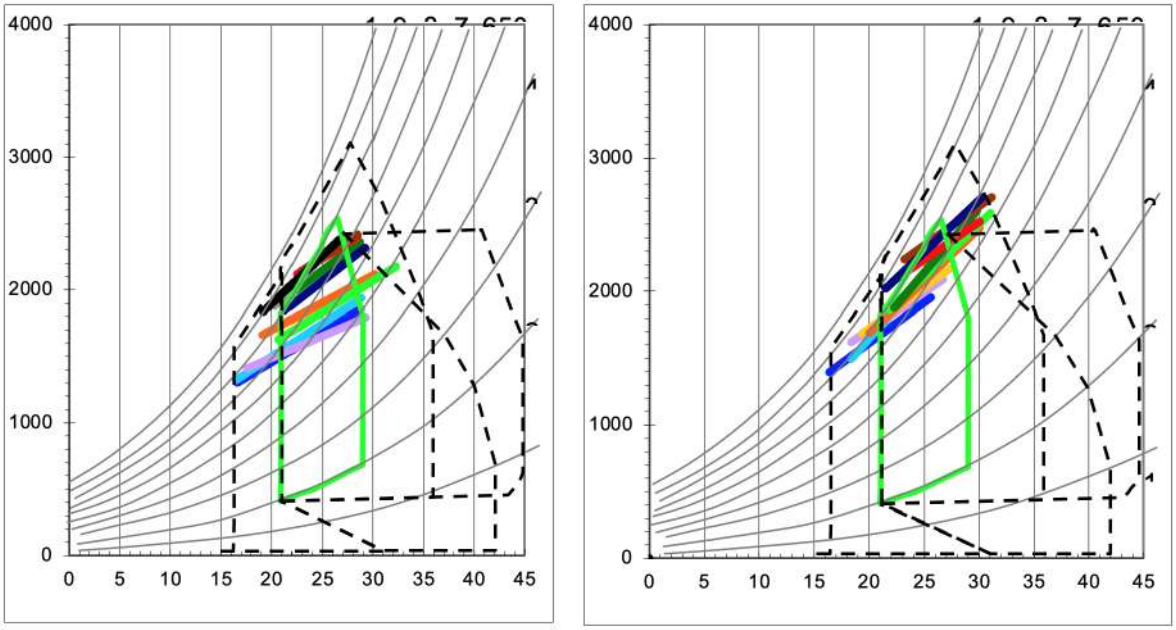


Figura 13. Comparativa de gráficas de El Escudo 2019- El Patio 2019. Amplitud de las líneas de datos registrados y zona de confort. Las tablas se han simplificado debido a su escala. FUENTE: ITER.

Vivienda bioclimática 1 'La Geria' y 2 "El Dispositivo"

A continuación, se hace una descripción de los sistemas activos de energía en el Living Lab CBITER. No se va a hacer una presentación pormenorizada de cada una de las unidades residenciales con sus correspondientes instalaciones de energías renovables, ya que las instalaciones en sí son similares. En este documento se describe solo una de las unidades (La Geria) a modo de ejemplo de integración de las energías renovables en la edificación.

Imagen 7. Sistemas activos, energías renovables. Vivienda 1 La Geria, Living Lab CBITER. FUENTE: ITER.

Instalación fotovoltaica. Es una instalación superpuesta. Consta de 14 paneles fotovoltaicos orientados al Sur y con una inclinación de 10 grados sobre estructura fija integrada en la cubierta de la vivienda. Los paneles son del tipo multicristalino con una potencia pico de 165 Wp y 2,3 kW de potencia total del generador. Esta instalación dispone de un inversor para permitir la conexión a la red eléctrica.

Componentes: Panel fotovoltaico modelo ITER ST 170 P-1 multicristalino de dimensiones 1.036 x 991 x 40 mm³, un peso de 16 Kg. y área de captación de 1,29 m². Formado por 48 células en serie. Las principales características eléctricas son:

- Potencia máxima 170 +/- 3 %
- Voltaje a máxima potencia 23 V

- Intensidad a máxima potencia 7 A
- Voltaje circuito abierto 28 V
- Corriente de cortocircuito 8,3 A
- Eficiencia del módulo 13 %

Estructura de colocación es rígida de perfiles de aluminio sujetos a dados de hormigón y tornillería de sujeción adecuada.

Inversor de conexión a red Sunny Boy 2100 TL de principales características:

- Potencia máxima CC 2.200 W.
- Tensión máxima de continua 600 V.
- Potencia nominal CA 1.950 W.
- Potencia máxima CA 2.200 W.
- Conexión monofásica.
- Rendimiento máximo 96 %.

Instalación Solar Térmica. La producción de agua caliente se ha resuelto con la colocación de un

sistema forzado que consta de dos captadores solares integrados en la cubierta, con una inclinación de 30° y orientados al Sur. El depósito acumulador de 300l de capacidad es el necesario para el consumo previsto de la vivienda y el grupo de bombeo.

Componentes: Captadores solares modelo CU-1208-P de la marca Constante Solar, con una superficie total de 2,63 m², un peso en vacío de 57,80 Kg. Formado por un vidrio solar templado, una parrilla de 12 tubos absorbedores de cobre con recubrimiento selectivo de Cr+Si+Ni de alta absorbancia.

Los principales parámetros son:

- Factor Ganancias: n0 = 0,790
- Factor Pérdidas: a1 = 3,641 a2 = 0,016

Depósito interacumulador modelo 209 SPTE de la marca SICC con serpentín fijo de 300 l de capacidad y con tratamiento interno anticorrosivo. Para su disposición en vertical o en horizontal, con un peso en vacío de 79 Kg y dimensiones 1,465 m de largo y 0.6 m de diámetro.

Los Grupos de Bombeo de CONSTANTE SOLAR han sido diseñados para simplificar el conexionado hidráulico de los elementos de control y seguridad en instalaciones de EST para sistemas forzados.

Desarrollados para cumplir con la normativa vigente con un diseño compacto y de fácil montaje que permite reducir los tiempos de instalación.

Componentes: Bomba de circulación solar, Vaso de expansión solar, Válvula de seguridad solar, Grupo de llenado automático, Manómetro, Termómetro, Válvula reguladora de caudal, Válvula de retención, Válvulas de cierre, Conexiones universales, Filtro, Termostato diferencial automático, Sondas de temperatura.

Como ejemplo de análisis de consumos y balance energético, se presenta la unidad residencial denominada El Dispositivo. Este mismo análisis se lleva a cabo en las 24 casas que forman parte del Living Lab CBITER.

Imagen 8. El Dispositivo, Living Lab CBITER. FUENTE: ITER.

En las gráficas (figura 14) se representan dos meses de 2019, enero con una menor producción de energía renovable y julio, de mayor producción y ocupación de la unidad residencial (número de habitantes). En la figura 14 se muestra la producción de energía procedente de energías renovables (colectores fotovoltaicos y solares) en dos meses diferentes del año 2019, enero, donde el consumo es mayor que la producción durante cada día del mes y julio, donde la generación es siempre superior al consumo. El balance total entre lo que fue generado y los consumos anuales para 2019 es de 1.378.866 kWh a favor (figura 15).

Figura 15. Producción y consumo de energía (Wh) en los meses de enero y julio 2019, Unidad residencial El Dispositivo. FUENTE: ITER.

Es importante anotar que las casas experimentales que forman parte del Living Lab CBITER se están utilizando actualmente como alojamiento, esto es, unidades turísticas con una tasa de ocupación promedio en los últimos 2 años del 90,32%. En el estándar CTE-DB-HE0[21] , hay dos requisitos para el uso residencial (que deben cumplirse): el primero, para la zona climática α3, que el consumo de energía primaria no renovable (Cep, nren) debe ser inferior a 25kWh/m2 al año, y el total de consumo de energía primaria (Cep, nren) de 46 kWh/m2 al año, en términos de limitación del uso de energía. En el caso de la vivienda El Dispositivo, el consumo total es de 26, 76/m2 año de energía primaria.

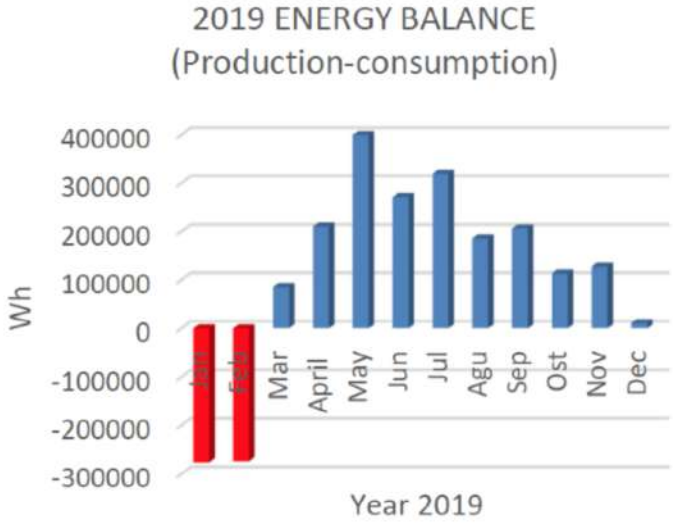


Figura 16. Balance de energía (Wh) entre generación y consumos de 2019, Unidad residencial El Dispositivo. FUENTE: ITER.

[21] El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). El Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía, en relación a las exigencias de la Directiva 2010/31/UE (DEEE) del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, que estable-

CONCLUSIONES

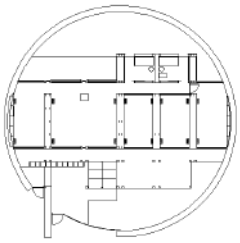
La validación de estrategias bioclimáticas en entornos experimentales es clave a la hora de plantear soluciones basadas en la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, especialmente en la búsqueda de soluciones que minimicen el impacto que genera el turismo en territorios insulares. El Living Lab CBITER sirve de apoyo a la investigación sobre arquitectura sostenible, basándose en los datos obtenidos de 24 unidades residencial turísticas situadas en el sureste de Tenerife, bajo condiciones climáticas registradas como valores normales (>20años). Las estrategias bioclimáticas propuestas, hace ya más de 25 años, se consolidan en el laboratorio vivo como totalmente válidas, mostrando únicamente la necesidad de pequeñas reformas que han sido llevadas a cabo desde su puesta en funcionamiento como conjunto turístico extrahotelero. La aplicación de estrategias bioclimáticas en edificios ya construidos y la renovación energética de edificios residenciales y especialmente turísticos es crucial para alcanzar los objetivos de ahorro energético y disminución de emisiones de CO2 a los que nos hemos comprometido como europeos. El enfoque basado en perfiles de usuarios del Living Lab CBITER facilita y optimiza la participación del usuario y contribuye a definir las estrategias claves que se derivan de una práctica concreta. La Unión Europea aplica activamente políticas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), causantes del cambio climático, y desvincularlas del crecimiento económico. A través del Programa CIP-ICT-PSP.2009.8. Open Innovation, user experience and living labs, se potencia el uso de los laboratorios vivos como intermediarios entre las ciudades, regiones, empresas, entidades del tercer sector y de investigación, así como ciudadanos para la creación conjunta de valor, la rápida creación de prototipos o la validación efectiva para ampliar y acelerar la innovación y la consolidación de empresas.

ANEXO 1 DOSSIER LIVING LAB CBITER

A continuación, se describen con más detalle las técnicas pasivas de acondicionamiento por unidad residencial turística situadas en el Living Lab CBITER (sistemas pasivos).

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 1 LA GERIA

PRIMER PREMIO



Sup. Construida 149,60 m^2
6 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
César Ruíz-Larrea Cangas
Enrique Álvarez- Sala Walther
Carlos Rubio Carvajal
Javier Neila González
Alberto Monedero Frías
Gonzalo Ortega Barnuevo

La idea de la Geria surge del método tradicional del cultivo de la vid en la isla de Lanzarote, plantada en un hoyo semiamurallado que la protege del viento, preservando la humedad y el equilibrio en el ambiente. Los muros de la vivienda recogen y protegen el espacio interior. La omnipresente tosca y la madera dan calidez a la casa. El salón está conectado con los jardines delantero y trasero, que acoge el comedor.

GANANCIAS DIRECTAS

La vivienda tiene tanto su fachada sur como norte casi completamente acristalada, esto le garantiza una ganancia de radiación directa en invierno que es cuando se ha estimado necesaria. Durante los meses de verano las protecciones solares impiden la excesiva incidencia de radiación solar. En la fachada sur se dispone un corredor abierto o atrio que actúa de espacio previo a todas las estancias con una función de moderador de las condiciones climáticas exteriores. Las fachadas este y oeste carecen de acristalamiento. Son 3 las protecciones solares claves:

- Protección de la fachada sur en el tramo en el que recaen los dormitorios y el salón. Está constituida por un corredor abierto o atrio definido por la mayor dimensión de la cubierta y una pérgola de madera de *Abeto Douglas* formada por un armazón horizontal perimetral y lamas con inclinación fija en el interior[22]. El corredor tiene un ancho de 90 cm y la pérgola tiene unas dimensiones de 6,50 m x 2,30 m. y un espesor de 20 cm.
- Protección de la fachada sur en el tramo que recae a la cocina está constituida por un corredor abierto definido por la mayor dimensión de la cubierta y una estantería exterior de cuadradillo, hecha en madera de *Abeto Douglas*, colocada en vertical que garantiza tanto la protección solar como la privacidad de este recinto. El corredor tiene un ancho de 90 cm y la estantería tiene unas dimensiones de 2,50 m x 4,50 m y un ancho de 40 cm.

[22] Reformada recientemente.

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

- Protección de la fachada norte. Está constituida por una pérgola de iguales características a la sur pero abatible. Sus dimensiones son 2,00 m x 5,70 m y un espesor de 20 cm. También construida con madera de Abeto Douglas.

MUROS Y CERRAMIENTOS

Muro perimetral de mampostería ordinaria con piedra de tosca volcánica. El muro perimetral forma los patios sur y norte se convierte en el cerramiento de las fachadas este y oeste. La altura de este muro es de 2,50 metros respecto al piso terminado de la vivienda, en su encuentro con el terreno exterior; la altura del muro perimetral va variando debido a la topografía. El espesor es de 50 cm. Este muro tiene dos funciones principales, por un lado, la de acumulación y desfase de la energía térmica tanto hacia el interior de la vivienda como en los patios que forma y por otro la de protección frente a los fuertes vientos dominantes en la zona, con lo que permite crear un pequeño microclima en los patios.

Los muros interiores están formados por tres hojas con un espesor de 60 cm, la interior de bloque vibrado de hormigón de espesor 20 cm y las exteriores de piedra de tosca volcánica en mampostería concertada, y con un espesor de 20 cm cada hoja. Estos muros se convierten, por un lado, en los acumuladores interiores y desfase de la energía térmica y, por otro lado, en los articuladores del sistema de ventilación.

Cubierta formada por losa de hormigón de 20 cm con petos perimetrales que crean un contenedor para la cubierta vegetal. La cubierta tiene un espesor total de 70 cm y está formada por: (a) barrera de vapor, (b) poliestireno extrusionado de 60 mm, (c) pendiente con hormigón celular, (d) capa de mortero (1:3) de 3 cm, (e) lámina elastómera de 4 kg/m^2 armada con poliéster con tratamiento antiraíces, (f) tejido antipunzonamiento de propileno de 2.500 Newton de resistencia, (g) capa de grava volcánico y (h) capa de tierra vegetal.

Este sistema de cubierta reduce las ganancias por radiación a través de la misma y la posibilidad de eliminación de calor por la evapotranspiración de la vegetación. Se compara su efectividad con cubiertas a las que se automatiza el riego de la cubierta en función de la temperatura exterior.

VENTILACIÓN. SE DIVIDE EN DOS SISTEMAS

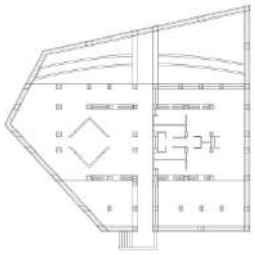
La ventilación cruzada. Se produce en todas las estancias gracias a la doble orientación norte-sur y la práctica de la totalidad de sus cerramientos. Esta ventilación cruzada se potencia con la creación de dos patios, norte y sur, de características térmicas diferentes gracias a su posición y a su vegetación (frondosidad para el norte y aridez para el sur). Esta diferencia de gradiente térmico facilita la ventilación. Esta misma condición se aprovecha en la ventilación de la cámara sobre el falso techo, mediante la cual se eliminan las posibles ganancias de calor obtenidas a través de la cubierta y se activa el sistema de ventilación vertical. Los dormitorios tienen un cerramiento hacia el interior de la vivienda con puertas correderas de lamas móviles, facilitando así la ventilación cruzada también en las estancias que no recaen a dos fachadas exteriores.

La ventilación vertical que se establece entre las dos cámaras de aire existentes, una bajo el suelo en contacto directo con el terreno y otra sobre el falso techo en contacto directo con la losa de cubierta. Las distintas partes de la cámara inferior se comunican a través de huecos en la parte, de los muros de piedra que está bajo en nivel de piso. El aire entra en la cámara por los huecos que se sitúan en los porches. El aire de la cámara inferior asciende hacia las estancias gracias a unas rejillas colocadas en el suelo de toda la vivienda, mientras que el aire caliente es arrastrado a través de las rejillas colocadas a nivel de techo por la corriente de aire en sentido norte-sur que se induce en la cámara superior. Esta ventilación es independiente del usuario, ya que las rejillas son fijas.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 2 EL CAMINITO

SEGUNDO PREMIO



Sup. Construida 210,60 m^2
6 personas-4 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
SYNERGIA PROGETTI
Sergio Los & Natasha Pulitzer

La intención de la casa es crear una arquitectura modular y replicable, delineando una forma de habitar la costa suroriental de Tenerife. Se ha dado prioridad a proporcionar distintos grados de privacidad dentro del recinto.
Es una casa muy mediterránea con un gran salón comedor, techos altos y lugares de sombra. Disfruta de un enorme jardín con huerto. Una acequia aporta humedad al ambiente, mientras su rumor arrulla y relaja. Los porches exteriores que rodean la casa son un lugar donde relajarse, reunirse, sestear, comer, tomar el sol o jugar.

GANANCIAS DIRECTAS

La fachada sur de la vivienda está diseñada para disminuir las ganancias térmicas derivadas de la alta irradiación característica de la zona, sobre todo en los meses estivales, por lo que la superficie acristalada permite la entrada de luz natural en cantidad óptima con el fin de iluminar adecuadamente los espacios sin caer en un exceso que podría derivar en un sobre-calentamiento. El porcentaje de huecos en esta fachada corresponde a un 18 %.

La casa fue diseñada con un canalón central en su eje longitudinal este-oeste que divide la cubierta de teja a dos aguas, en dos vertientes, este canalón tiene una superficie vertical acristalada que de igual forma aporta luz difusa y directa según la orientación a lo largo de todo el día.

La protección de la fachada Este, donde se encuentran los dormitorios principales, se realiza a través de la prolongación de la cubierta –voladizo-, de manera que la única radiación directa que reciben es la de las primeras horas en el amanecer las cuales carecen de la intensidad necesaria como para calentar las dependencias con esta orientación. El viento representa otra de las variables climáticas a dominar y en este caso, la vertiente Este se encuentra protegida de la incidencia del viento predominante mediante la colocación de unos toldos que minimizan y rebajan la velocidad del viento que castiga a fachada.

Protección de la fachada oeste, donde la estancia más cercana, la cocina, se protege de la misma manera con la prolongación de la cubierta quedando una terraza abierta al entorno, donde el

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

resultado es que esta fachada únicamente recibe de manera directa los últimos rayos del sol del día ya muy debilitados. Este espacio ha sido diseñado de una manera versátil de modo que puede pertenecer al interior en invierno o al exterior en verano en relación a su interacción con las contingentes exigencias del clima.

MUROS Y CERRAMIENTOS

Los muros exteriores de doble capa con cámara de aire intermedia de 6 centímetros aíslan térmicamente el espacio del interior de la vivienda disminuyendo notablemente la entrada de energía térmica sobre todo a través de la facha sur de la casa. La cubierta ha sido concebida a modo de elemento disipador de energía mediante el sistema de cubierta ventilada formada por una estructura machihembrada de pino junto a 80 cm. de aislante térmico del tipo la lana de roca un espacio hueco que permite el tránsito del aire y un acabado en teja curva de barro cocido.

VENTILACIÓN. SE DIVIDE EN DOS SISTEMAS

La ventilación cruzada. Se produce en la estancia principal gracias a la doble orientación norte-sur. La conexión de dos espacios con una temperatura diferente crea de manera natural un movimiento de aire desde el espacio con menor temperatura hacia el espacio con mayor temperatura esto permite la refrigeración del interior de la vivienda. Esta ventilación se potencia con la creación de dos ambientes diferenciados un patio norte y un patio sur, creados mediante el ajardinado adecuado.

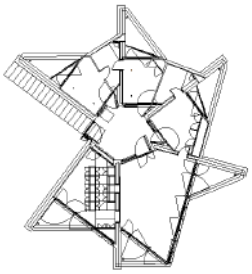
Evacuación de aire sobrecalentado por efecto venturi[23]. Este sistema de ventilación natural tiene su fundamento físico en el efecto creado por la aceleración de un fluido que, en este caso, al circular por el canalón adecuadamente orientado captando los vientos predominantes, genera una pequeña presión negativa que ayuda a la evacuación del aire caliente de dentro de la vivienda acumulado en las partes más altas a través de las ventanas, creando de esta manera una circulación natural del aire.

[23] Efecto o tubo Venturi: Un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Giovanni Battista Venturi (1746-1822). Principio de Bernoulli y principio de continuidad de masa.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 3 LA ESTRELLA

TERCER PREMIO



Sup. Construida 112,40 m^2
6 personas-3 hab.
Patio

Arquitectos
Sergi Serra Casals
Marta Puig Adroer

El objetivo de la casa es dibujar en el terreno un trazado a partir de la estructura radial de los muros de piedra que la generan y aprovecharse visualmente del entorno. La casa se organiza como una sucesión de habitaciones que se comunican y relacionan con el patio central que sirve para distribuir, ventilar y dar luz. Este esquema invita a una estrecha relación entre sus habitantes. El olor al romero plantado en su cubierta verde impregna toda la casa.

La casa Semienterrada

Las condiciones de confort, térmicamente benignas y eólicamente desfavorables, han sido los puntos de partida para concepción de la vivienda como un casco hermético, sin aspereza que ofrecer al viento. La casa se encuentra protegida con tierra para su mayor estabilidad térmica que además permite esquivar las puntas climáticas que pueden darse en la zona determinados días en verano o en algunas horas nocturnas del invierno.

Con este enterramiento parcial no solo se consigue suavizar las fluctuaciones de temperatura, sino que, además, queda protegida acústicamente del viento incidente.

La existencia de patios posteriores elimina uno de los inconvenientes de las casas protegidas con tierra dando paso a la entrada de luz solar y permitir la renovación del aire en las distintas estancias.

Comportamiento Térmico

La gran masa e inercia térmica de la casa protegida con tierra, permite obtener ambientes con temperaturas con una ligera fluctuación a lo largo del año y proporciona una gran estabilidad térmica interior, con lo que en el clima en el que se sitúa la urbanización, únicamente es necesario el utilizar sistemas de captación y refrigeración directa para alcanzar el nivel de confort adecuado. En invierno, las pérdidas por transmisión de calor en la vivienda son menores gracias al papel amortiguador que le confiere el estar semienterrada, en el caso de los meses del verano, la tierra circundante continúa enfriando la construcción protegida (con tierra) aunque en proporción reducida con la refrigeración invernal.

Diseño Bioclimático

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

Para el diseño de esta vivienda[24] se han considerado los componentes pasivos para todo tipo de exigencia climática. Un sistema solar pasivo diseñado solo para el invierno podría incrementar las necesidades de refrigeración en el verano si no se considera el concepto ampliado de sistema solar pasivo.

En la vivienda los mecanismos de refrigeración y calefacción son intrínsecos a la vivienda vienen determinados por la localización, paisaje, orientación distribución en planta, diseño de aberturas, ubicación de ventanas y materiales empleados. La casa cuenta en todas sus superficies no vidriadas con un coeficiente de transmisión de calor de 0,4 W/m² ° C, lo que nos permite ir a soluciones de captación y refrigeración de los llamados directos, sencillos en los que las partes integrantes del sistema pasivo, captador, absorbente, almacenamiento, distribuidor y regulador se encuentran en contacto directo con los ocupantes.

Se utilizan como elementos captadores las aperturas al Sur, éstos, se encuentran protegidos mediante lamas orientables horizontales de aluminio. Asimismo, las aperturas al Norte están dotadas con contraventanas en el patio central encargados de reducir a menos de 0,8 W/m² ° C el coeficiente K de estos cerramientos.

Dada la cantidad de superficie acristalada se la vivienda que comportan el confort psicológico de sus habitantes, es importante dotarla de un elemento de almacenaje que garantice la mínima oscilación de temperatura. En este caso el suelo de loseta de adobe se comporta como elemento absorbente y de almacenaje de igual manera los muros con terminación en blanco absorberán y almacenarán por reflexión.

Refrigeración Pasiva

En esta casa se ha optado por la ventilación natural. La inercia térmica del conjunto y a la adecuada regulación de las aperturas con orientación Sur con el fin de minimizar los aportes solares en verano ambas conforman el sistema de refrigeración. Para ello se han diseñado unos voladizos que garantizan la no incidencia del sol en las horas centrales del día reforzados con la colocación de las lamas en las orientaciones Sur-Este y Sur-Oeste que a su vez impiden la entrada del sol bajo en el amanecer y el atardecer.

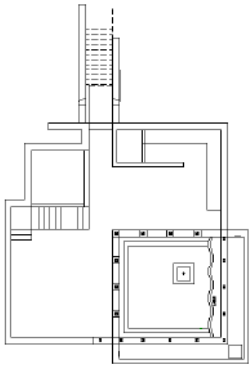
A pesar de las aperturas generan una ventilación cruzada, la casa tiene dificultades para captar velocidades de viento más altas por lo que propone una ventilación inducida por estratificación. Aprovechando que el aire más cálido ocupa las zonas superiores de una estancia mientras que el frío se dispone en las partes bajas abriendo las aperturas altas de los grandes ventanales al Sur y las aperturas bajas de las dispuestas al Norte el aire caliente tenderá a salir y será reemplazado por el aire fresco del exterior.

Este sistema de ventilación más suave que el de ventilación natural le aventaja debido a que la casa por su diseño minimiza por sí los aportes externos obteniendo unas velocidades de aire agradables dentro de la estancia de entre 0,5 y 1 m/s.

[24] Reformada recientemente.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 4 EL CUBO



Sup. Construida 162,92 m^2
4 personas-3 hab.
Patio

Arquitectos
Luc E.G. Eeckhout
Jan Van Den Broeke

La casa se nutre de ejemplos históricos adaptados a un diseño moderno. Para crear condiciones micro-climáticas favorables se reduce la superficie partiendo de un volumen muy compacto: el cubo. Intimista, recogida, y acogedora son algunos de los adjetivos que inspira esta vivienda. La madera y la arcilla transmiten su naturaleza pura a la casa. Está articulada alrededor de un patio que la refresca y que permite abrirla al exterior o cerrarse sobre sí misma.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias solares provienen de la incidencia solar sobre superficies permeables a la misma, como pueden ser las superficies acristaladas. En este caso la composición de los huecos en fachada no permite un adecuado flujo de radiación solar hacia los espacios habitables en los que sobre todo en los meses de menor irradiación llega a existir déficit térmico[25]. La doble piel que conforman las persianas del patio evitan los excesos de radiación en verano. El acristalado corresponde a un acristalado doble 6 que permite un coeficiente de transmisión térmica k =3,5 W/m² x K.

MUROS Y CERRAMIENTOS

Los muros se han materializado mediante bloques de termo arcilla con un ancho de 30 cm y con un coeficiente de transmisión de calor de 1,04 W 7 m² x K con un enlucido de yeso estándar interior y revestimiento de mortero a la cal por el exterior.

En cuanto a los cerramientos acristalados se ha optado por montantes de madera de morera en donde quedan engarzados los cristales de 6mm. El patio se encuentra protegido en sus orientaciones Este y Sur mediante persianas de madera tipo mallorquina de lama semi-orientable.

VENTILACIÓN

[25] Reformada recientemente.

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

Esta vivienda dispone de un sistema de ventilación basado en captadores eólicos encargados de extraer el aire mediante unas chimeneas dispuesta en orientaciones opuestas para hacer circular el aire interior hacia el exterior e introducir aire fresco en la vivienda.

Junto con este sistema se integra un sistema de ventilación basado en el concepto de patio abierto que permite airear en cualquier momento de manera sencilla cualquiera de las estancias mediante la interconexión de espacios.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 5 BERNOULLI

Sup. Construida 172,20 m²
6 personas-4 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Neil Swift

Los fundamentos de la casa son la unión de formas y técnicas de construcción autóctonas y de climas similares, con el uso de una tecnología energética eficaz. La bóveda de cañón y los arbotantes marcan la casa confiriéndole una luminosidad y amplitud sorprendentes, además de canalizar la evacuación del aire caliente. La estancia superior es un espacio abierto que aúna cocina, salón y comedor, mientras sus grandes ventanales nos comunican con el entorno.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias solares se realizan a través de las superficies acristaladas principalmente en las fachadas que reciben la incidencia solar como es la fachada Sur y en menor medida las Este y Oeste. La línea de lucernarios ofrece una iluminación cenital a la bóveda mediante reflexión. La superficie acristalada para la fachada Sur corresponde con 9 m² el resto de huecos se encuentra protegida mediante persianas de lamas de madera. El coeficiente de transmisión térmica de esta superficie corresponde a 4.07 W / m² x K.

En la planta alta de esta fachada se sitúan los dos huecos principales que actúan como colectores de energía mientras en la planta baja los huecos acristalados se encuentran protegidos mediante la creación de un doble recubrimiento o la generación espacios colchón capaces de amortigua la inercia térmica.

Una línea de lucernarios proporciona iluminación cenital a lo largo de todo el día a la bóveda central.

MUROS Y CERRAMIENTOS

Los muros se conforman mediante mampostería de canto de tosca blanca de 50 x 20 x 10 recibidos con mortero y sistema de atadura inglés. Revestimiento a dos caras, mediante un mortero de cal.

En cuanto a los cerramientos se ha optado por una cristalería tipo *climalit* de corredera engarzado en bastidores de aluminio o en madera.

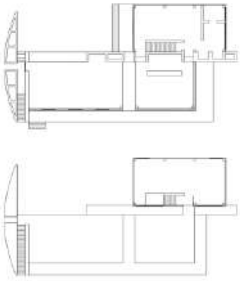
VENTILACIÓN

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

Se ha diseñado un sistema de ventilación natural mediante el uso de extractores eólicos dispuesto en la parte superior de los contrafuertes que tienen como objetivo extraer el aire de las estancias a las que están conectados. Una vez abierta una ventana hacia el exterior en se inicia este sistema que permite generar una corriente de aire natural el cual se evacua mediante las rejillas para luego pasar por dentro de los contrafuertes periféricos y finalmente expulsar el aire mediante los extractores eólicos.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 6 EL ALISIO



Sup. Construida 110,40 m^2
4 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Madelaine Fava

Los vientos alisios son la esencia de la vivienda. Generan su forma, la energía, el frescor y hacen flotar el aroma del jardín. Los 4 elementos están presentes como inspiración de diferentes sistemas. La casa cuenta con unas hermosas vistas y un gran espacio común de reunión. Está rodeada por terrazas, que incluyen una privada para los dormitorios en la parte superior. La zona de descanso y la común están ubicadas en 2 construcciones independientes adyacentes que disocian los usos.

Ganancias Directas

Las ganancias se realizan básicamente a través de las superficies acristaladas tamizadas mediante la protección solar en forma de lamas con el fin de modular la incidencia solar. Las fachadas expuestas son la fachadas Sur y Este es a través de ambas por donde penetra la mayor cantidad de energía en forma de calor y luz hacia la estancia del salón y de la cocina los dormitorios quedan salvaguardados de los excesos mediante en un caso una orientación de la superficie acristalada Norte con el fin de recolectar los rayos de la tarde y acondicionar el espacio de cara a la noche y en el otro mediante un reducido porcentaje de huecos con orientación sur menor al 35% y protegido mediante un sistema de persianas.

Protección de la fachada este

El muro construido al margen Este de la vivienda tiene como finalidad la protección frente al viento que incide con fuerza sobre esa fachada a la vez de servir de colector eólico en forma de sistema de ventilación natural. Las lamas orientables situadas sobre la fachada Sur en la parte de la cocina permiten cerrar la incidencia solar en forma de energía calorífica al completo mientras que permiten el paso de luz difusa procedente de la reflexión aporta luz natural en cantidad.

La protección térmica de la pieza superior se consigue a mediante la colocación de una capa de poliestireno extruido a modo de sándwich bajo la cubierta exterior de *Fermacell*.

Protección de la fachada oeste

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

Al igual que en la vertiente Este la vivienda a en su orientación Oeste posee una estructura de protección, pero orientada a reducir la incidencia solar en las horas de la tarde descargando a la vivienda de una intensa carga térmica sobre todo en las largas tardes del verano. Se trata de una estructura de 5,8 metros de alto por 6,4 metros de ancho con cámara de aire interna y separación a la edificación vivienda de 1 metro con eje mayor Norte Sur.

MUROS Y CERRAMIENTOS

Los cerramientos se han planteado en acristalado doble 6+6+6 tipo *climalit* montado sobre bastidores o correderas de aluminio anodizado y lacado en blanco.

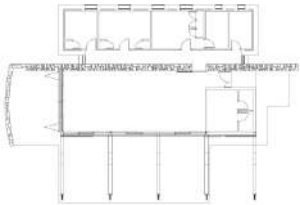
Los muros se han construido mediante la colocación de ladrillo macizo hidrófugo con aparejo a soga y tizón y junta de 10 mm. El muro interior se ha diseñado con inercia térmica y así poder usarse como dispositivo de retención de calor construido mediante dos paredes de 20 cm separados mediante una cavidad de 40 cm.

VENTILACIÓN

El sistema de ventilación principal de la vivienda se basa en la ventilación cruzada desde distintas vertientes estando la casa diseñada para proporcionar la interconexión desde las distintas fachadas. El segundo sistema de ventilación se basa en una estructura de ladrillo situado en la cara Este de la vivienda diseñado para captar los vientos dominantes hacerlos circular a través de un conjunto de tuberías de 45 cm grosor enterrados bajo la vivienda y dirigir el aire a través de unas trampillas situadas en el suelo hacia la estancia del salón para favorecer y aumentar este efecto se dispone de una chimenea eólica en la misma estancia.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 7 EL MURO



Sup. Construida 128,99 m^2
6 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Javier Rueda & Jose Luis Rodríguez

La casa se concibe desde y para el lugar, integrando en su arquitectura paisaje, cultura, historia y materiales de la zona, reinterpretando la lógica constructiva tradicional.
Un muro central divide la vivienda en dos espacios: día y noche. El salón se abre a la terraza y a las magníficas vistas. Este espacio interior exterior invita a la convivencia y a la comunicación interpersonal y con la naturaleza. La laja basáltica, la madera y la vegetación que se introduce en la casa a través de los ventanales convierten esta casa en un lugar especialmente acogedor.

Sólo en situaciones climáticas excepcionales como las Islas Canarias (con temperatura y humedad prácticamente constantes todo el año) podemos plantear el cubrir las necesidades de confort actuales mediante elementos arquitectónicos y las energéticas mediante el aprovechamiento del sol.

Los autores[26] han creído necesaria la integración entre la arquitectura y los sistemas de captación y protección de la energía solar, y de aprovechamiento del viento. La vivienda es así un lugar siempre adaptado a las condiciones exteriores, donde el usuario, en una práctica habitual en nuestra cultura mediterránea, se convierte en parte activa del control del confort.

La orientación de la vivienda responde a una serie de factores climáticos y arquitectónicos que se resumen a continuación:

- Los datos de soleamiento permiten obtener las medias anuales de la orientación e inclinación de los rayos solares, que son los óptimos para la situación de las superficies captadoras de energía solar. Según los estudios previos, la orientación óptima es de 11° al noreste, y la inclinación respecto a la horizontal de 29°.
- La dirección de los vientos dominantes es buena para las dos fachadas captadoras de la vivienda, Norte y Este. Se mejora la ventilación cruzada este-oeste mediante el citado giro de 1 lo, de manera que el viento es conducido por el muro y potenciado por los efectos venturi

[26] Concurso Internacional para la construcción de 25 viviendas bioclimáticas, Autores: Javier Rueda & José Luis Rodríguez.

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

y “esquina”.

- Con la orientación elegida se optimiza la protección de la vivienda respecto al soleamiento de poniente, como es recomendable en zonas climáticas de intensa radiación solar. Por el contrario, se mejora la captación del sol de la mañana, que incide agradablemente sobre la zona de estar. La zona de noche, al estar orientada al norte, y expuesta a los fuertes vientos, se materializa como un bloque cerrado de pequeños huecos.

Aunque las variaciones climáticas entre las distintas estaciones no son muy acusadas, se considera que se puede obtener un mejor rendimiento en el comportamiento bioclimático de la vivienda mediante los distintos sistemas pasivos proyectados, como a continuación se expone.

EN INVIERNO (CAPTACIÓN)

Durante el día, la apertura de las persianas o estores interiores permiten la captación de la energía solar y su almacenamiento en el muro, sin que el sol incida directamente sobre los ocupantes, calentando el ambiente hasta llegar a la temperatura de confort.

Durante la noche, se produce la reemisión del calor almacenado en el muro, elemento de gran inercia térmica, evitándose las pérdidas por radiación mediante los estores interiores de tela aluminizada, que la reflejan, impidiendo el enfriamiento.

La zona de noche, muy cerrada, queda aislada del exterior, protegida de los vientos fríos del Noreste. Por el contrario, el muro hace que la zona sur quede a resguardo del viento, permitiendo el uso de los espacios exteriores a modo de terraza.

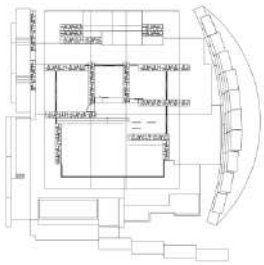
EN VERANO (PROTECCIÓN)

Durante el día, la doble cubierta impide la ganancia de calor por radiación directa del sol: su parte superior, formada por lamas de acero galvanizado, impide el paso y refleja la radiación solar. Al estar separada de la cubierta de vidrio, se produce una ventilación entre ambas que evita la transmisión del calor hacia el interior. En la fachada sur, unos paneles correderos de lamas cumplen una función similar, complementados por los estores interiores de tela aluminizada. Por otra parte, la ventilación cruzada producida por la captación de los vientos húmedos y frescos del noreste ayuda a disminuir la temperatura interior. Cuando no existe viento, la apertura de la parte superior del muro permite la creación de corrientes que, por convección, contribuyen a mejorar el confort.

Durante la noche, los dormitorios se ventilan captando el viento del noreste, creándose corrientes al abrir los montantes superiores de las puertas a la galería, que actúa como conductora, potenciando las corrientes mediante el efecto "Venturi" (Aceleración de la velocidad del viento al disminuir la sección).

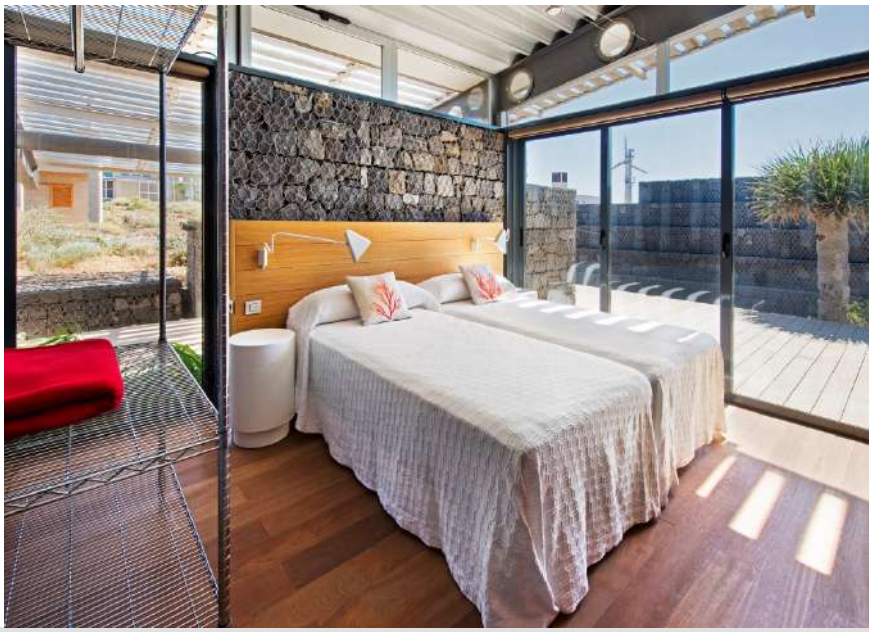
PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficacia de los recursos

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 8 EL GAVIÓN



Sup. Construida 309,60 m^2
6 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Brian Hemsworth



Una vivienda robusta y con identidad propia que compatibiliza la integración con el terreno y la necesidad de crear espacios propios. Utiliza técnicas de construcción dinámica basadas en una arquitectura adaptada al entorno inmediato. Los muros se conforman mediante un entramado metálico tipo gavión relleno de roca volcánica basáltica. Esto confiere a la casa un ambiente particular integrándola en los alrededores áridos y protegiéndola del sol y el viento. La casa está rodeada de una terraza de madera sombreada por la amplia cubierta, a la cual se puede acceder desde todas las estancias. Las vistas y el jardín que la rodea suavizan su carácter, permitiendo una conexión directa con la naturaleza.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias directas en la vivienda son abundantes debido a la gran superficie acristalada casi la totalidad de la fachada sur se encuentra acristalada. La protección solar de esta fachada se integra mediante una pérgola de madera con un coeficiente protección/fachada de 0,5. El cristal engarzado en la fachada ligera de bastidores de aluminio se corresponde a vidrio de 12 mm de alta resistencia con un coeficiente K = 5,5 W/ m² x K. La superficie acristalada no solo se dispone en la fachada sur, sino que es repartida por todas las orientaciones permitiendo un nivel de iluminación muy alto y unas entradas de energía a últimas horas del día o a primeras de la mañana. La superficie aproximada de lucernarios se sitúa en unos 6 m².

MUROS Y CERRAMIENTOS

Los muros perimetrales se basan en un enrejado de alambre plastificado relleno de piedra basáltica recibida con mortero. Los cerramientos se definen a partir de perfiles de aluminio anodizado en color gris en donde quedan engarzados los paños de vidrio.

VENTILACIÓN

La ventilación de la vivienda se consigue mediante la interconexión activa de diferentes orientaciones de la casa permitiendo un paso así de aire desde la orientación más fresca hacia la más cálida. Esta

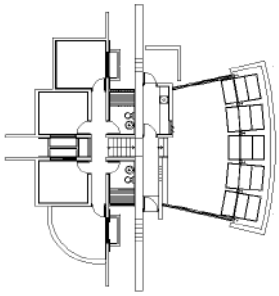
PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficacia de los recursos

corriente puede ser graduada en su intensidad mediante el porcentaje de apertura de las distintas fachadas o lucernarios acristalados.

Sobre los lucernarios en los alzados Este y Oeste se sitúa los ojos de buey parcialmente abiertos que contribuyen a la ventilación de todas las estancias según se encuentre la dirección del viento predominante.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 9 LA GEODA



Sup. Construida 150,50 m^2
6 personas-3 hab.
Terraza

Arquitectos
Eduardo Vadillo Ruiz
Joaquín López Vaamonde

La casa se asienta en el terreno de forma discreta, delicada, y respetuosa con el entorno. Una geoda inspira su gran cubierta inclinada que deja asomar bajo su cobijo una serie de lienzos de vidrio. La gran cubierta inclinada recubierta de cenizas volcánicas facilita la ventilación natural. La parte nocturna de la casa está parcialmente enterrada junto del muro basáltico sobre el que reposa la cubierta. Tiene unas vistas privilegiadas, el magnífico salón comedor invita a perderse en el horizonte, permitiéndonos amanecer en el mar y anochecer en el cono volcánico.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias, en este caso, se consolidan principalmente a través de la superficie acristalada orientada hacia el sur, una superficie de 24,6 m² que permiten el paso de la radiación a lo largo de todo el año. La construcción de la cubierta está diseñada para proteger la estancia principal de los intensos rayos solares del verano y permitir el paso a los rayos durante el período invernal cuando la altura solar es menor. Todas estas ganancias en forma de calor y luz permiten que la vivienda de un nivel de iluminación adecuado. La cubierta se encuentra volada con respecto a la carpintería unos 2,2 m lo que permite a la fachada de 3,5m y desplazada 10° con respecto a la vertical captar con mayor eficiencia la radiación. La cubierta de igual manera se prolonga en sentido Este Oeste 1,5 m para proteger de las horas antes y después del medio día solar. Tanto las fachadas Este y Oeste se han diseñado con el objetivo de proteger el espacio de la incidencia solar por lo que el porcentaje de huecos se sitúa en un 10%.

Los lucernarios dispuestos en la parte norte contribuyen a iluminar las estancias dedicadas al descanso sin contribuir a su calentamiento debido a su orientación estratégica en donde los rayos solares no pueden incidir de manera directa.

MUROS Y CERRAMIENTOS.

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

Los muros dispuestos en la parte norte se encuentran casi en su totalidad soterrados bajo el terreno y están conformados por bloques de hormigón vibrado rellenos con hormigón armado. El muro que divide la vivienda está elaborado en mampostería de piedra basáltica. Los cerramientos en fachada sur se han definido en aluminio en plata acristalado.

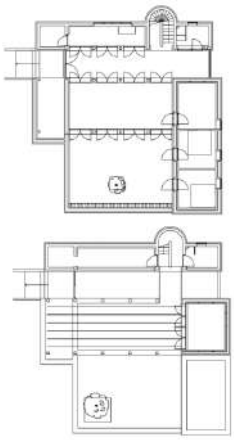
VENTILACIÓN

Ventilación cruzada gracias a la doble orientación Norte Sur donde se ha definido un canal de paso entre el área de descanso y el área de estar permitiendo el flujo de aire a través de la casa tanto en sentido Norte Sur sobre todo en horas nocturnas como en sentido Sur Norte en horas diurnas ayudando del gradiente térmico existente entre las dos partes de la vivienda. Cada una de las habitaciones dispone de ventanas practicables que permiten la apertura para aumentar la ventilación en las estancias de descanso si es preciso.

Esta construcción dispone de una ventilación complementaria vertical que permite la evacuación del aire sobrecalentado de las habitaciones dedicadas al descanso, a través de chimeneas de ventilación ubicadas en cada una de las estancias.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 10 LA TEA



Sup. Construida 150,50 m^2
6 personas-4 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Arkitekt MAA – Mathilde Petri

El concepto de la casa se genera con la interacción de la arquitectura y los vientos alisios. Los volúmenes de piedra nos protegen del viento y a la vez se alían con él para crear un microclima. La tosca y el cielo abierto nos envuelven. La sencillez y la austeridad de los materiales y la propia disposición de la casa son su riqueza. Los espacios comunes invitan al encuentro tanto en el interior como en el exterior. El patio nutre de aire fresco las habitaciones, proporcionando un remanso de tranquilidad cuyo limonero le dará cobijo frente al sol de la tarde.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias solares son el medio que permite a una vivienda aumentar su temperatura mediante una superficie acristalada. Un adecuado *ratio* de acristalamiento resulta fundamental a la hora de prever y estimar la cantidad de radiación solar que se permite introducir en la vivienda. En este caso la vivienda posee un alto índice de acristalamiento en su fachada principal alcanzando un 85% en el caso de la estancia superior o salón lo que permite un gran aporte de energía. La orientación SO en el salón, permite la captación solar en las primeras horas de la tarde contribuyendo al aumento de temperatura en la estancia.

En cuanto a los dormitorios inferiores el índice de acristalamiento se reduce considerablemente por tanto la entrada de energía se reduce, lo que provoca que estas estancias permanezcan con una temperatura sensiblemente inferior a la del salón.

MUROS Y CERRAMIENTOS

La estructura de la vivienda se organiza mediante un alma de hormigón y un revestimiento de plaquetas de tosca a dos caras una interna y otra externa. Los cerramientos son de madera y cristal. En esta vivienda se ha empleado una técnica de doble tabiquería en la zona de dormitorios, un

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

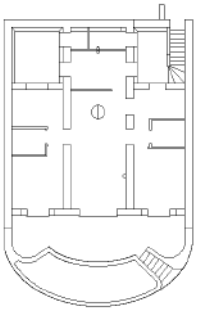
espacio hueco de 10 centímetros de espesor conectados mediante una tubería enterrada al pozo de ventilación situado en el patio permite aislar térmicamente los dormitorios.

VENTILACIÓN

La ventilación se genera a partir de la interconexión de diferentes orientaciones para así generar una corriente de aire natural desde el espacio de menor temperatura hacia el de mayor temperatura generalmente desde las orientaciones Norte hacia las orientaciones Sur.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 11 LAS BÓVEDAS



Sup. Construida 213,50 m^2
4 personas-3 hab.
Patio + Terraza

Arquitectos
Jaime Navascues Lacourly

La casa es el resultado de una cueva transformada en vivienda, formalizada mediante 3 bóvedas de piedra volcánica. Es una vivienda parcialmente enterrada, con patios al norte y una gran terraza-jardín en arco al sur, protegida del sol directo mediante lamas de madera.
Su atmósfera es de santuario. Las bóvedas que constituyen el eje de la construcción y el soterramiento crean un ambiente tranquilo y relajante. Tanto en el interior como en la terraza-jardín el relax está garantizado. El mar se ve en lontananza.

Ganancias Directas

Las ganancias directas se realizan a través de dos vertientes diferentes, la primera a través de los lucernarios cenitales que proporcionan la carga lumínica necesaria a lo largo del año en las estancias alejadas de las fachadas, esta carga lumínica puede ser regulada de manera manual mediante la adición de más o menos picón material usado en la resolución de la cubierta de manera que en verano se reduce el exceso de iluminación mediante esta técnica.

La otra vertiente es la luz difusa captada a través de las fachadas Norte y Sur, en el caso de la orientada al Norte la luz incidente en los patios revestidos de colores claros es desplazada hacia el interior de las estancias permitiendo una captación natural.

En el caso de la vertiente Sur los dormitorios y la estancia principal son surtidas de luz mediante las grandes puertas con vidrieras. Ante los excesos de radiación se han dispuesto los siguientes sistemas protectores.

Protección fachada Sur

La terraza sur se ha diseñado como un arco, abierta a ángulos de orto y ocaso de invierno, esta superficie se encuentra protegida mediante un entramado de lamas fijas de madera, con el fin de proteger frente al viento predominante del NE. Una superficie bajo pérgola que suponen 38 m^2, colocada estratégicamente para tamizar los rayos solares del medio día solar y permitir con mayor grado la entrada antes y después del mediodía.

Protección de la fachada Este, Oeste y Norte

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

Tanto la vertiente Este, Oeste y Norte se encuentran protegidas mediante el terreno de manera que no quedan expuestas al medio.

MUROS Y CERRAMIENTOS

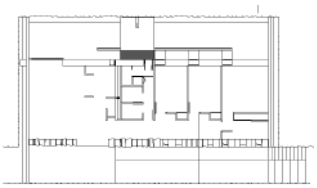
Todos los muros perimetrales que conforman la vivienda están elaborados de mampostería de piedra volcánica ligera con un grosor que oscila desde los 80 cm en las partes bajas y 50 cm en los encuentros con las bóvedas, todo esto le confiere un coeficiente de transmisión de calor bastante bajo. Esta gran inercia térmica junto al soterramiento de la totalidad de la cubierta permite que las oscilaciones térmicas queden amortiguadas en gran medida confiriéndole a la vivienda un microclima óptimo.

VENTILACIÓN

Tubos de Ventilación en la Bóvedas. Cada dependencia de la vivienda tiene un tubo vertical para evacuación de aire caliente o calentado, de acero que al calentarse por la acción del sol crea una corriente ascendente que extrae el aire del interior. Tienen en su extremo inferior un sistema de cerramiento que se acciona con vara metálica y que impide la caída de elementos extraños al interior.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 12 COMPACTA



Sup. Construida 122,27 m^2
4 personas-3 hab.
Terraza + Estanque

Arquitectos
Fernando de Retes Aparicio
Miguel A. Valverde Alarcón
Isabel García Laloma
Manuel Ródenas

La vivienda busca el confort a través de la relación con el espacio exterior, las vistas y el paisaje. Se caracteriza por una pirámide que corona la estructura simbolizando el sol, la luz y la energía. La casa es un paralelepípedo orientado al sur con un patio norte. La tosca, el basalto y la madera están omnipresentes. La casa nos acoge entre sus fuertes muros y nos invita a disfrutar de su frescor y silencio. Tiene un patio interior con estanque donde olvidarse del mundo, y también un porche frontal con unas gradas para tumbarse al sol, leer o relajarse viendo el mar.

GANANCIAS SOLARES

La vivienda ha sido concebida para estar resguardada del Sol evitando caer en el exceso de captación y por ello, la fachada Sur solo cuenta con una superficie 15% dedicada a la captación solar pasiva. La vivienda ha sido orientada para permitir la iluminación de la misma en su parte Norte, a través de la reflexión generada en el patio norte proporcionando la iluminación adecuada a todas las estancias evitando problemas de sobrecalentamiento.

VENTILACIÓN

Ventanas de aireación sobre el muro de piedra de la fachada sur. Estas ventanas, bajo las marquesinas tendrán apertura manual mediante mecanismo de cadena con varilla. Pudiendo funcionaran en apertura y cierre en ciclo de día-noche.

REJILLAS DE VENTILACIÓN

Con obturación automática dirigen la toma de aire suelo-techo desde los conductos bajo la solera hasta la Torre de los Vientos, en los ámbitos diurnos de estar y nocturnos de dormitorios. Entre los pasivos, además de patios, muros, jardinería, etc.

Se construyen:

- Aljibe con fuente humectante, se prevé un pequeño grupo de presión para elevar el agua del aljibe en circuito cerrado.
- Tablas porosas de barro, en contacto con el canalillo con agua del aljibe, a modo de destiladeras.

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

- Entramado para el emparrado que cubrirá el patio norte del son de verano.

JARDINERÍA

El tratamiento de los espacios asociados a la vivienda: patios, cubierta y entorno próximo tiene diversos vértices. La jardinería, engloba dos aspectos:

- La restitución de zonas afectadas en la construcción a su vegetación original (Tabaibal y Cardonal).
- El tratamiento vegetal para la consecución de los siguientes objetivos:

  Primero crear barreras al viento seco y al polvo. Al ser la vivienda enterrada es preciso crear barreras mediante el uso de especies en franjas o en superficies que retengan el polvo y doten de algo de humedad al aire. Estas plantas (fundamentalmente las mismas especies autóctonas existentes en el entorno).

  Se sitúan en: las zonas granadas en el plano como "restauración del suelo natural", se tratará como superficies. En la franja del borde del patio norte entre el canal de drenaje y el patio se ha emplazado una barrera verde en franja de unos 40 x 40 cm de alto y ancho.

  Segundo, organizar los patios como jardines enterrados, la protección que da el patio y el riego permitirá la formación de 2 ambientes:

  - Zona Norte. Franja de vivaces y trepadoras.
  - Zona Sur. Ajardinamiento superficial mediante tapizantes.

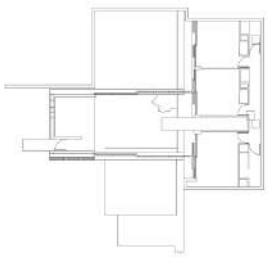
Otras técnicas seguidas han sido:

- Orientación Norte Sur.
- Construcción bajo rasante.
- Forma Rectangular compacta.
- La creación de dos patios en fachadas opuestas garantiza la formación de una ventilación cruzada y el microclima adecuado.
- Gruesos muros de piedra y calque proporcionan una gran inercia térmica y calor diferido.
- Ventilación forzada de manera natural mediante el efecto venturi gracias a la torre de viento instalada.
- Tablas de agua y humectadores.
- Huecos verticales con apertura suelo techo para ventilación verano-invierno.

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

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 13 EL RÍO



Sup. Construida 121,30 m^2
4personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Sr. D. Eduardo Vadillo Ruiz & Sr. D. Joaquin López Vaamonde

Dos elementos naturales (sol y viento) han señalado la apertura de la vivienda hacia el sur y la protección enterrando la vivienda parcialmente en la colina. Su nombre nos indica su característica principal, un riachuelo que cruza la casa desde el jardín, atravesando el salón y desembocando en un estanque que bordea el solarium de madera. Desde éste vemos el mar, el volcán y disfrutamos de la salida y la puesta de sol. Las habitaciones, ubicadas en un área semienterrada de la casa, garantizan una baja temperatura y una inmensa paz. Al abrir las enormes cristaleras el jardín, el salón y la terraza crean un espacio único.

GANANCIAS DIRECTAS

La captación solar en esta vivienda se realiza principalmente a través de la vertiente Sur en donde se cuenta con una superficie de 34,2 m² conformada por la carpintería de aluminio portante y cristal de 4 mm. Toda esta superficie se encuentra protegida mediante una persiana corredera con lamas orientables para evitar el exceso de radiación. En su vertiente Norte la casa dispone de una superficie análoga permitiendo una adecuada iluminación sin permitir un sobrecalentamiento. Ganancias también obtenidas mediante los lucernarios dispuestos en el área Este con una apertura matizada de 0,25 m² cada uno. Todas las estancias de descanso poseen ventanas con orientación Oeste protegidas mediante persiana asegurando la ventilación e iluminación adecuada.

VENTILACIÓN

La ventilación queda asegurada debido a existencia de un eje Norte Sur que permite conectar los dos ambientes y generar así una ventilación cruzada que barre toda la estancia principal. En cuanto a las habitaciones, el diseño de la vivienda permite que exista una ventilación entre los lucernarios practicables que permiten la evacuación del aire caliente y las ventanas dispuestas hacia el patio Norte y la zona del espejo de agua.

VENTILACIÓN FORZADA. POZO CANADIENSE.

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

Sistema de ventilación forzado formado por un área de captación, un tramo de trasporte y refrigeración del aire captado, mecanismo de aspiración e impulsión y finalmente la parte ventilación a la vivienda.

El pozo canadiense consiste en captar el aire atmosférico que es introducido en un circuito sinuoso de PVC 160 mediante el mecanismo de succión activo, este circuito se encuentra a 2 metros de profundidad en el terreno y con una longitud aproximada de unos 20 metros en donde el aire atmosférico se enfría y se introduce a en la vivienda a través de las rejillas de ventilación.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 14 EL PUEBLO

Sup. Construida 167,54 m^2
5 personas-4 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Arkkitektitoimisto Kaarina Löfström & Markku Kolehmainen

La propuesta se basa en lo local. Es una metáfora de un pueblo en su escala más pequeña: con su plaza, sus árboles, las calles que bordean la plaza. Las chimeneas albergan un sistema de refrigeración natural aprovechando los vientos alisios. El color y la calidez de la tosca evocan el elemento tierra. La planta en U de la casa, articulada alrededor de una fuente y un olivo, nos invitan a habitarla.

GANANCIAS DIRECTAS

Las entradas de energía en la casa se realizarán a través de su fachada sur principalmente junto con el lucernario dispuesto en la parte alta del salón.

El coeficiente de apertura de fachada corresponde a un 60 % gracias a los grandes ventanales practicables con protección interna que posee el salón. Toda esta estancia abierta e interconectada con la cocina se beneficia de esta penetración de energía la cual queda disipada por todo el espacio y que puede ser evacuada a través de las ventanas de orientación norte y las correderas de orientación sur si el usuario lo estima oportuno.

En cuanto al área de descanso las entradas y ganancias se producen a través del patio generado en el centro de la edificación y bajo la protección de un corredor que asegura la no incidencia directa de los rayos del sol sobre estas estancias.

PROTECCIÓN DE LAS FACHADAS ESTE Y OESTE

La protección de estas orientaciones se consigue básicamente la combinación de dos estrategias la primera mediante la gran inercia térmica aportada por sus muros maestros de unos 50 cm de grosor que evitan una entrada o salida de energía no deseada y la segunda, mediante la mínima apertura entorno al 5% de huecos en el caso de la fachada Oeste que permitan una entrada incontrolada de energía y que alteren el estado de confort.

MUROS Y CERRAMIENTOS

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

Todos los muros perimetrales están construidos con un sistema de aplacado a dos caras de loseta de piedra tosca sobre un bloque de hormigón vibrado convencional. Lo que le confiere una gran inercia térmica.

Los cerramientos se han planteado en una carpintería de madera acristalada mediante lunas *Planilux* de 8 mm. y persianas de madera en dormitorios.

VENTILACIÓN

La ventilación esta solucionada con medios no mecánicos mediante torres de ventilación en el tejado, respiraderos de los túneles de viento a los cuartos adyacentes, rejillas de ventilación en las paredes y respiraderos en la cocina, duchas y retretes. En el medio de la vivienda hay un patio abierto. Las tres partes de la construcción que rodean al patio forman zonas de ventilación separadas.

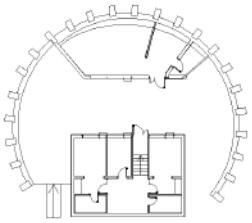
Las torres de viento se dirigen hacia la dirección de procedencia de los vientos dominantes. El aire de ventilación es dirigido directamente hacia los dormitorios. Cada dormitorio tiene una rejilla de abastecimiento en la parte de arriba de la pared. Las puertas de las rejillas pueden ser ajustadas y cerradas manualmente. Los reguladores en los túneles de viento y los respiraderos en las paredes que traen el aire de fuera pueden ser cerrados manualmente de la misma manera.

La ventilación se asegura mediante la apertura que poseen sobre las puertas ya que la interconexión de estas con las ventanas genera un movimiento suave de aire que induce la bajada de temperatura mediante la renovación del aire o evacuación del aire dispuesto en las partes altas de las estancias.

La introducción de un patio con un surtidor de agua incorporado actúa como elemento regulador e induce a la reducción de la sensación térmica del aire que rodea a este espacio y ayuda mantener un nivel de humedad relativa adecuado en el entorno.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 15 NOCHE Y DÍA



Sup. Construida 114,38 m^2
5 personas-3 hab.
Patio + Jardín privado

Arquitectos
Pablo Mosquera Arancibia
Francisco J. Fernández Pareja

La filosofía del proyecto se basa en equilibrar la optimización máxima de costes con el confort de sus habitantes. Su nombre proviene de la marcada separación entre usos diurnos y nocturnos. La vivienda tiene 2 bloques bien diferenciados que se relacionan por medio de un patio ajardinado: la zona de día y la de noche, que se encuentra semienterrada. Todo el conjunto está cerrado por un muro semicircular que protege de los vientos dominantes. El patio privado protegido de miradas externas será una de las zonas preferidas de la casa. Los materiales utilizados, incluido el mobiliario, son deliberadamente sencillos y en general reciclados.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias directas ejecutadas en la vivienda se realizan en primer término a través de las áreas acristaladas que presenta la vivienda en la parte dedicada a cocina y salón con una superficie de unos 4 m², junto al lucernario que resuelve el encuentro entre la cubierta y el muro perimetral, suministran la luz y el calor necesario para mantener la casa próxima a los parámetros de confort. En cuanto a la parte de la vivienda dedicada al descanso, el área acristalada es considerablemente mayor unos 6 m² pero su estratégica situación al norte evita la incidencia solar directa colaborando al manteniendo de una temperatura óptima para el descanso, aportando únicamente iluminación difusa a las estancias junto con los lucernarios dispuesto en los dos baños y el distribuidor.

De igual manera la aportación que genera el patio protegido ayuda a crear un microambiente benigno para los habitantes de la vivienda.

PROTECCIÓN DE LA FACHADA ESTE Y OESTE

La protección de las fachadas este y oeste para los periodos críticos de insolación en este caso primeras horas de la mañana y últimas de la tarde se ha resuelto mediante un muro perimetral que evita el exceso de insolación al igual que protege del azote de los vientos predominantes del Noreste.

MUROS Y CERRAMIENTOS

- Muros de bloque vibrado recibido con mortero.

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

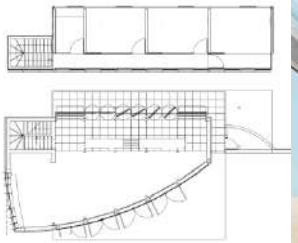
- Viguetas de madera tipo *Parallam PSL*.
- Carpintería metálica y vidrio *climalit* con *Planilux*.
- Estructura de acero corten y madera termocomprimida.

VENTILACIÓN

Las chimeneas exteriores de ventilación serán cuatro: tres correspondientes a los baños y la última correspondiente al cuarto de instalaciones, estas sobresaldrán 1 metro sobre la cubierta ajardinada. La cocina y el salón cuentan con ventilación directa por unas ventanas dispuestas en el lado sur que permiten la entrada de aire fresco para que luego pueda ser evacuado el aire caliente a través de las ventanas dispuestas en la parte más alta de las estancias de manera natural y por efecto de diferencia de densidad.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 17 LA VELA



Sup. Construida 130,90 m²
4 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Joel Rutten & Kriti Siderakis

La estrategia del diseño de esta casa viene determinada por el aprovechamiento de los vientos dominantes y las máximas vistas al mar. Su cerramiento pretende emular las velas de un barco. El salón, en su frente sur, está completamente abierto al mar prolongándose hacia el exterior mediante una terraza que semeja la cubierta de madera de un velero. Está cubierta nos invita a fusionarnos con el paisaje e integrarnos en él. El primer piso tiene un ambiente nocturno y ligero que parece estar suspendido en el espacio. En toda la vivienda se desarrollan interesantes juegos de luz natural. El sol y la luna juegan con la casa.

GANANCIAS DIRECTAS

La entrada de radiación se produce a través de las superficies acristaladas de la vivienda, en este caso en la estancia inferior la gran fachada acristalada con protección interior mediante venecianas de unos 30 m² con orientación Sureste, permite la entrada de los rayos de la mañana descartando la orientación Oeste, menos ventajosa y que podría desembocar en un sobrecalentamiento de la estancia. En cuanto a la planta alta con superficie total de 40 m² y orientación Sur permite una entrada tamizada, a través de las protecciones solares que reducen notablemente la incidencia, de luz durante todo el día permitiendo un óptimo nivel de iluminación durante todo el día.

MUROS Y CERRAMIENTOS

- Muros de hormigón con armadura.
- Estructura de acero con fachada de vidrio.
- Fachada de paneles tipo *Triply* de 10 mm de espesor.

VENTILACIÓN

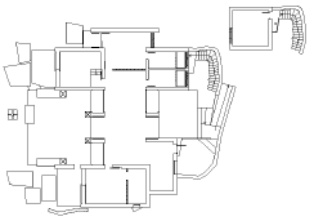
El principio bioclimático del proyecto está basado en principios de refrigeración pasiva, fácil y económica de aplicar. El terreno natural no se modifica salvo en la cimentación. El funcionamiento pasivo de la vivienda está basado en la orientación, la ventilación transversal el control manual del

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

flujo de aire y la protección del resplandor solar. La orientación permite proteger del viento con los paneles pivotantes horizontales y verticales. Así son orientables manualmente con el objeto de dirigir el aire a voluntad. La fachada sur abre ampliamente el espacio hacia el paisaje asegurando la protección controlable de los rayos solares con tejadillo, persianas de tela, persianas venecianas y paneles protectores de sol.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 18 EL BERNEGAL



Sup. Construida 208,74 m^2
6 personas-3 hab.
Terraza + Patio

Arquitectos
A. Luis Ballesteros Rodríguez
B. Sánchez Montañés Macías
J. Perez de Lama Halcón

Se concibe la casa como un intercambiador de experiencias con su medio. El sol, el calor y la luz son los flujos naturales de energía a los que se proyecta incorporar la casa.
La gran cubierta curva, que se levanta a mediodía para favorecer la casa con su mejor sol, se abre a 2 patios: el de entrada que se hunde en la tierra con el aljibe y el delantero que se alza al cielo y se desvanece con el paisaje. Un muro la recoge en su vertiente noreste y una pérgola vegetal cubre el patio delantero. Los materiales utilizados son uno de sus principales encantos: el hormigón visto, la piedra volcánica, los paneles de madera reciclada trabajados en collage y los paneles de viruta reciclada.

Ganancias Directas

El área acristalada con orientación sur proporciona todas las ganancias necesarias para alcanzar con soltura un estado de confort térmico adecuado debido al flujo térmico que atraviesa todas las cristaleras a lo largo de todo el año derivando en algunos casos en excesos de radiación en los meses del verano tardío. La superficie de captación supone 45 metros cuadrados lo que suponen en torno al 40 % de la superficie total de fachada. Únicamente las estancias dedicadas al descanso nocturno cuentan con protecciones pasivas para reducir la incidencia solar y las aportaciones de energía en forma de persiana.

Protección de la fachada Este y Oeste

Estas orientaciones descritas se protegen mediante la no apertura de huecos al exterior y el amplio espesor de los muros de unos 40 cm que le aportan una gran inercia térmica, aislando la vivienda de los flujos de energía no deseados.

Muros y cerramientos

Cerramientos exteriores de muro de piedra mampuesto de toba volcánica de 40 cm de espesor. Cubierta de hormigón armado. Carpintería de aluminio y cristal.

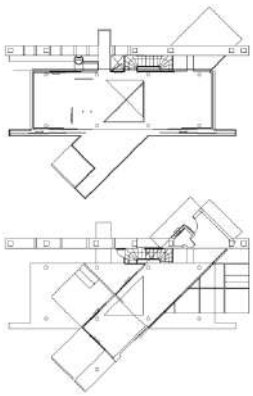
Ventilación

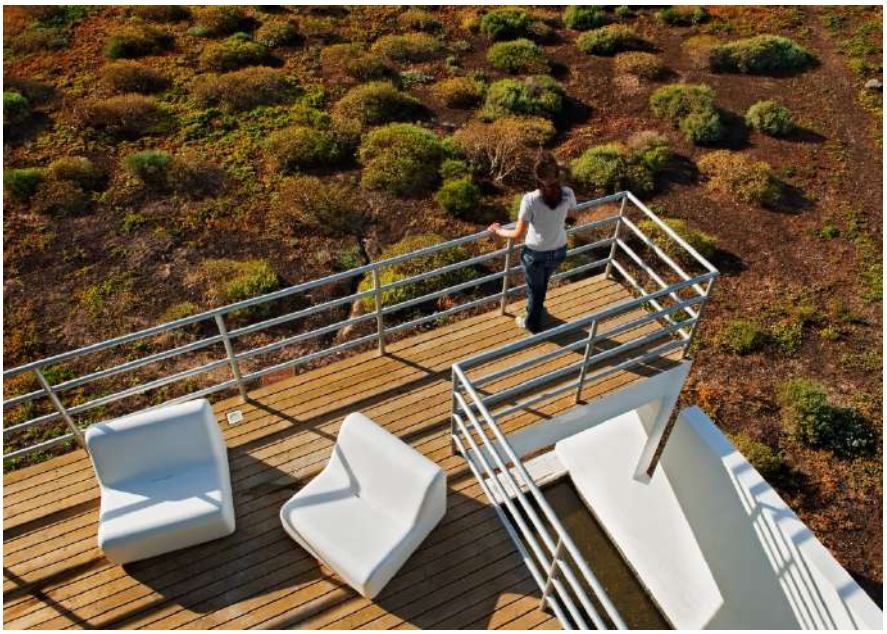
La ventilación cruzada es la herramienta escogida para conseguir una renovación adecuada de aire, un descenso en la sensación térmica y la reducción de la humedad relativa. Esta ventilación se genera mediante la interconexión el patio Norte y la terraza Sur por cualquiera de sus aperturas practicables.

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

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 19 EL DISPOSITIVO





Sup. Construida 90,00 m^2
4 personas-2 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Pablo Laroche
Francisco Mestides
Ignacio de Oteiza

Como principio base se asumió el habitar los dispositivos bioclimáticos, haciéndolos formar parte del espacio del hombre. Se trata de 2 cubos rectangulares desplazados, jugando con un muro tarjeta que alberga infraestructuras y servicios. Una vivienda abierta, sin muros interiores, con un piso inferior abierto al paisaje, una lámina de agua que da vida al salón y un solarium que lo amplía. Es un barco varado frente al mar con muchas cubiertas abiertas hacia diferentes horizontes, entre otros el Teide y el mar.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias solares directas permiten al edificio captar la energía calorífica del sol durante el día que son almacenados para ser utilizados durante la noche. Los ventanales permiten entradas de radiación en días de invierno, con paneles corredizos de celosías que se utilizan para evitar casos de sobre calentamiento. En la noche se hace uso de la cortina térmica para evitar pérdidas de energía por radiación nocturna desde el interior hacia el exterior. La caja acristalada de la escalera proporciona iluminación cenital a la cocina; en verano se protege con un elemento disipador.

Las protecciones solares en verano actúan sobre todas las aberturas a excepción de la ventana de la fachada suroeste la cual recibe los rayos que inundan toda la estancia inferior en los meses cercanos al solsticio de invierno.

MUROS Y CERRAMIENTOS

- Muros de bloques de hormigón de picón convencional.
- Carpintería de aluminio y cristal.
- Muro de hormigón armado forrado por plaquetas de tosca.

VENTILACIÓN

Sistema Regulador Eólico. El SRE es el encargado de modificar las condiciones del ambiente internas por transferencias de energía desde el edificio hacia el aire. Todos los componentes del sistema

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

regulador eólico se pueden cerrar y abrir por completo. Está compuesto por los siguientes dispositivos:

1. Chimenea eólica: orientada hacia el noreste para aprovechar los vientos dominantes que proceden de este primer cuadrante. El proyecto se concibe como un dispositivo habitable, por lo tanto, la chimenea no es un espacio adicional del edificio, y lo penetra en el punto de intersección de los dos volúmenes, siendo el espacio debajo de la chimenea eólica habitable, con una abertura en el forjado, cubierta de entramado metálico industrial (grating), el cual permite el paso del aire a través de él, distribuyéndose por difusores en la planta baja.
2. Aberturas en las fachadas de los volúmenes: en forma de ventanas de piso a techo operables en 1os volúmenes de planta baja y planta alta.
3. Aberturas en el muro solar eólico: orientado NNE, permitiendo aprovechar los vientos del norte y parcialmente los del este.
4. Dispositivos para enfriamiento evaporativo; debajo de la entrada de aire de la chimenea eólica y en las aberturas principales del muro tapial existen envases con agua circulante, los cuales permiten disminuir la temperatura del aire por enfriamiento evaporativo del aire.

En este sistema actúan los siguientes sistemas pasivos de enfriamiento:

ENFRIAMIENTO CONVECTIVO NOCTURNO

La ventilación nocturna enfría la masa interna presente en pisos, paredes y muro tapial del edificio durante la noche, disminuyendo su TSI acercándose a la TBS externa y por lo tanto disminuyendo la TBS interna. Cuando se utiliza enfriamiento convectivo nocturno la ventilación durante el día generalmente no es deseable ya que la masa interna se calienta a temperaturas superiores a las del aire, sin embargo, es posible la aplicación de enfriamiento convectivo nocturno combinado con ventilación de bienestar cuando las temperaturas exteriores en verano no superen los 30 grados, que es el caso de la mayor parte de los días de verano en el lugar. En este caso la TSI durante el día por el enfriamiento convectivo nocturno y de la sombra producida durante toda la mañana por el muro tapial, permitirá mantener la TBS cercana a los valores de bienestar.

VENTILACIÓN DE BIENESTAR

Provee ventilación directa para incrementar el bienestar humano. Se aprovechan las altas velocidades de aire para extender la zona de bienestar térmico hasta los valores de bienestar con mayor velocidad del aire.

Todos los espacios están dotados de aberturas para entrada de aire y para salida de aire, siendo el elemento dominante la chimenea eólica.

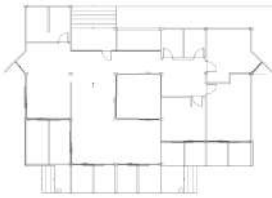
ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO DIRECTO

Disminución de la temperatura interna por humidificación del aire. Este sistema pasivo de enfriamiento es aplicable en zonas áridas con poca humedad. Las aberturas del muro tapial y de la chimenea eólica presentan envases con agua circulante, los cuales se pueden activar para disminuir la temperatura del aire sobre ellos por enfriamiento evaporativo, disminuyendo la temperatura del aire que penetra en el interior del edificio, manteniendo la TSI de la masa térmica y por lo tanto la TBS interna con valores aceptables durante períodos de tiempo mayores.

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

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 20 EL ESCUDO



Sup. Construida 116,00 m^2
4 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Alfonso Fernández Castro

La base del proyecto reside en la consideración de la vivienda como una máquina termodinámica que aprovecha el clima del lugar. Es un ejemplo de estandarización y abaratamiento unido a un buen resultado. Su exterior no nos prepara para la sorpresa que nos espera en el interior. Elevada del terreno, con un jardín interior que articula la casa, cálida a pesar del panel sándwich que conforma sus muros. Con una magnífica terraza que se proyecta hacia el atlántico y que es perfecta para disfrutar de los atardeceres.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias en este caso se consolidan principalmente a través de la superficie acristalada orientada hacia el sur, una superficie de 16,74 m² que permiten el paso de la radiación a lo largo de todo el año, toda esta superficie se encuentra protegida mediante persianas practicables que permiten graduar de manera manual la intensidad de la energía recibida. La construcción de la pérgola está diseñada para proteger las estancias principales de los intensos rayos solares del verano y permitir el paso a los rayos durante el período invernal cuando la altura solar es menor. Todas estas ganancias en forma de calor y luz permiten que la vivienda de un nivel de iluminación óptimo.

El diseño de las pérgolas posee una relación de 1,80 para una altura de 2,80 m y una longitud de 1,55 m suficientes para proteger la vivienda de la alta irradiación no deseada.

MUROS Y CERRAMIENTOS

- Panel sándwich tipo *Luxalon* de chapa lacada en blanco a dos caras y 75 mm de grosor.
- Suelo de plaqueta de gres sobre forjado convencional
- Cubierta tipo sándwich con panel Tipo *Trilatte* de 60mm, tablero hidrófugo de 10mm impermeabilizado.

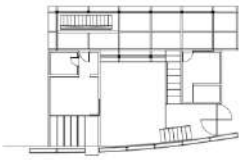
VENTILACIÓN

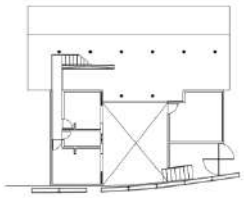
PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficacia de los recursos

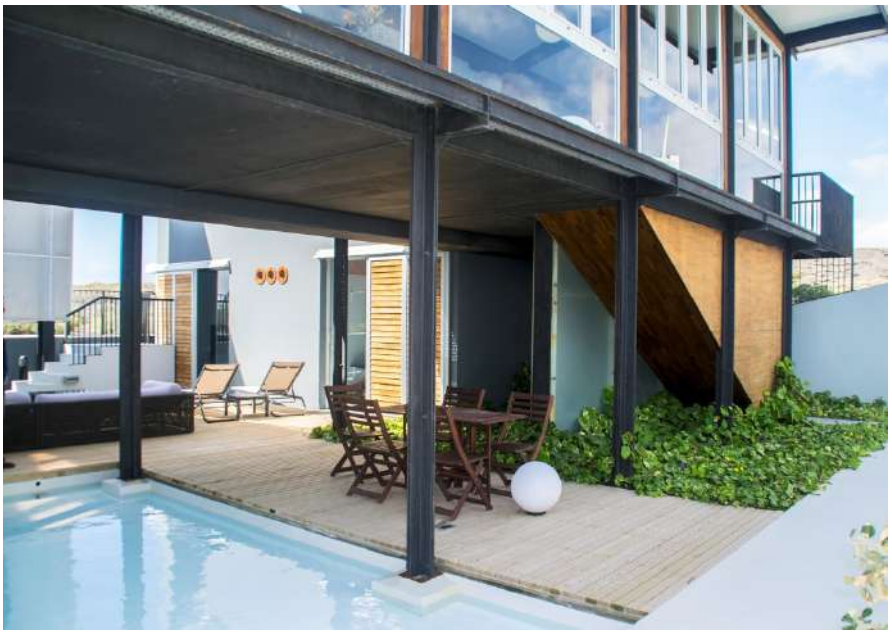
Ventilación cruzada gracias a la interacción del patio existente con las diferentes distintas orientaciones que posee la vivienda se crean corrientes de aire naturales que garantizan una correcta renovación del aire, disminuyendo así la sensación térmica de las estancias.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 21 LA RELIGA







Sup. Construida 194,00 m²
4 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Taller NDK de Arquitectura – Nahim Dagdug Kalife

Esta vivienda, lejos de violentar el entorno con su emplazamiento, intenta establecer un ambiente distinto al existente mediante la transformación de los elementos.
La casa funciona como un filtro, el suelo de la estancia principal está formada por una rejilla soportada por una estructura muy ligera, que nace del espejo de agua. La lámina de agua es el aire acondicionado de la casa y un cautivador espejo del entorno. Sus dos alturas y su orientación hacia la montaña crea muchos espacios atractivos y diferentes en los que perderse.

GANANCIAS DIRECTAS.

Las ganancias solares se realizan a través de la captación de energía calorífica procedente del sol y que penetra en la vivienda a través de las fachadas acristaladas. En este caso la vivienda posee una superficie captadora amplia y distribuida en sus diferentes vertientes. Al sur 14,13 m² de carpintería de aluminio acristalado lo que supone el 80 % de la exposición de la fachada a esta orientación.

PROTECCIÓN DE LA FACHADA ESTE Y OESTE

Hacia las vertientes Este y Oeste la casa cuenta con una superficie expuesta acristalada de 6,5 m² en cada una de las orientaciones además de la superficie de captación que aportan los lucernarios 15 m² para cada una de las piezas de dormitorio y cocina.

- Muros y cerramientos.
- Muros de hormigón armado.
- Cerramiento en aluminio y acristalado tipo Planilux 10mm.
- Cubierta ligera de paneles metálicos con alma de aislante.

ESPEJO DE AGUA

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

El espejo de agua favorece la creación de microclimas y disminuye las variaciones diarias de temperatura en este caso el agua encuentra en el aire, el calor necesario para pasar del estado de líquido a vapor, la temperatura del aire se ve así reducida y la humedad relativa del aire aumenta. Para maximizar este efecto se ha dispuesto una superficie de unos 60 m² para el contacto aire-agua. Este aire fresco queda a disposición de la casa que en el caso de habilitar las ventas adecuadas penetra en la vivienda ayudando a su confort climático.

VENTILACIÓN

La ventilación se crea a partir de la interconexión de espacios con orientaciones opuestas en el caso de la vivienda La Religa la casa cuenta con huecos practicables en todas las orientaciones lo que permite generar y modular el efecto del viento.

La superficie acristalada practicable permite contar con una capacidad de generar ventilación adecuada.

La edificación de las piezas en torno a un espacio central permite ventilar cada una de las estancias aprovechando el aire fresco que penetra en la vivienda atravesando el espejo de agua reduce su temperatura.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 22 EL PATIO

Sup. Construida 220,74 m^2
5 personas-3 hab.
Patio + Terraza + Jardín

Arquitectos
Ángel Díaz Domínguez

Es una solución clásica de casa en 2 plantas en la que estancias se han deslizado para crear nuevos espacios. Configurada alrededor de un patio con un estanque en el que recoger el agua, a él se abren 2 salones, uno integrado en el mismo patio y otro comunicado a través de una cristalera, en los cuales se desarrollará la vida de la casa. Las habitaciones ubicadas en la planta superior poseen una espléndida vista al mar. Por la noche le visitarán las estrellas y la luna.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias solares van a proceder de la exposición de la vivienda a la orientación sur principalmente que junto al patio diseñado permiten que la vivienda alcance un nivel de irradiación adecuado.

La superficie de fachada acristalada de unos 25 m² en la estancia inferior protegida mediante el alero de 1 metro y la colocación de estores plegables permiten que la entrada de energía sea de manera suave y constante a lo largo de todo el año sin permitir el exceso en los meses de verano. En el caso de la planta alta se ha dispuesto un mecanismo adicional de control como son las persianas de madera para garantizar que la radiación en las estancias de descanso, cuya superficie de entrada acristalada supone 2,25 m² sea la adecuada en cada momento del año y con posibilidad de graduar según las preferencias de los inquilinos.

Con respecto al salón cocina las ganancias penetran a través del espacio generado por el patio que ilumina toda el área central de la vivienda. Toda la fachada sur de este espacio se encuentra acristalada dotándola de unos índices de confortabilidad óptimos.

PROTECCIÓN DE LA FACHADA ESTE Y OESTE

Tanto la orientación Este como Oeste han sido concebidas para minimizar la entrada de energía mediante un muy bajo porcentaje de huecos expuestos inferior al 10 % y la utilización de los

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

materiales adecuados como son el muro de bloque de hormigón vibrado de 20 cm recibido con mortero.

MUROS Y CERRAMIENTOS

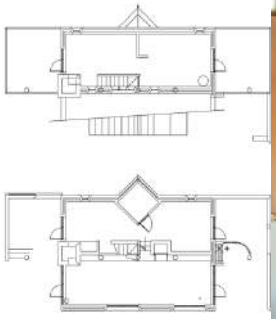
- Muros de bloque de hormigón vibrado.
- Cerramientos a base de carpintería de madera acristalada.
- Panel metálico nervado.

VENTILACIÓN

Las ventilaciones que predominan en todos los espacios son generadas mediante la interconexión de espacios a diferentes orientaciones de manera que el aire fluye naturalmente proporcionando una brisa que ayuda a bajar la sensación térmica de los espacios más caluros. Si además intentamos que la corriente generada circule sobre un estanque provoca que esta corriente se humedezca y baje su temperatura como ocurre en el patio de esta vivienda. Todas las estancias de la casa mantienen la posibilidad de generar dichas corrientes en el momento que estime oportuno el usuario.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 23 LA ARCILLA



Sup. Construida 230,91 m^2
4 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Anneli Lyytiukkä

El diseño aúna la casa típica de climas cálidos y áridos con las posibilidades de la tecnología ecológica moderna. La arquitectura hace uso de las fuerzas básicas: sol, tierra, aire y agua.
Cada espacio interior cuenta con su homólogo externo, prolongando el espacio habitable hacia el exterior. En estos se reparten hamacas que nos invitan a recrearnos y descansar. Los materiales naturales como la arcilla, la cal, el barro, la madera y los colores de la casa, la integran en el entorno. Semeja un oasis mediterráneo trasplantado al atlántico.

GANANCIAS DIRECTAS

Las ganancias directas proporcionan calor a la vivienda sobre todo a través de las fachadas acristaladas principalmente la orientada al Sur. El área acristalada supone 5,5 metros con orientación Sur, esta superficie se encuentra protegida de la incidencia solar en las horas centrales del día sobre todo cuando la altura solar es mayor en los meses de verano. En la planta alta el diseño reducida superficie acristalada permite resguardar la estancia de un exceso de radiación solar.

PROTECCIÓN DE LA FACHADA ESTE Y OESTE

En cuanto a las ventanas orientadas al poniente y al levante la vivienda cuenta con cortinas que permite adecuar el nivel de iluminación y radiación en el dormitorio.

Las terrazas superiores dispuestas en estas orientaciones cuentan con un sistema pasivo de protección frente al viento consistente en la colocación de toldos protectores

MUROS Y CERRAMIENTOS

- Bloques de arcilla.
- Ladrillos de termo arcilla.
- Hormigón Armado.
- Madera.

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

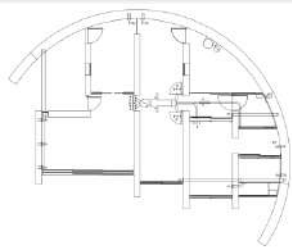
- Cerámica y conchas marinas recicladas.

VENTILACIÓN

La ventilación propuesta en la vivienda se resuelve por medios no mecánicos usando un la torre de viento que junto a los respirares que conectan la torre con las habitaciones adyacentes generan una corriente de succión que contribuye a ventilar las habitaciones compone de una ventilación cruzada generada a partir de dos terrazas contrapuestas, las cuales debido a su distinta situación poseen un gradiente térmico lo suficientemente amplio como para inducir al movimiento de aire y hacerlo pasar por el interior de la casa. Una torre de viento proporciona la fuerza de succión necesaria para aspirar todo el aire de las habitaciones y desplazarlo hacia fuera induciendo de esta manera en la renovación constante del aire interior. Todos estos mecanismos son totalmente naturales y no poseen consumo energético alguno.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 24 LA DUNA



Sup. Construida 188,50 m^2
6 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
Angel García Palmas

Caracterizada por un muro de piedra volcánica dispuesto de acuerdo a la dirección predominante del viento. Se inspira en soluciones canarias, protegiendo las estancias de la vivienda y creando frescos patios interiores.
Magníficamente diseñada para deleitarse con el uso de la casa y para aprovechar todos los recursos del entorno transformándolos en energía. Esta hermosa casa, adaptada para personas discapacitadas, está orientada hacia el sur y el mar, disponiendo de un jardín frontal y varios patios que la verdean y dulcifican.

GANANCIAS DIRECTAS

Todas las ganancias de las que dispone la vivienda se originan principalmente a partir de su fachada sur que cuenta con una superficie de captación 33,7 m². Es a través de esta superficie por donde penetra el mayor flujo de energía. Todas estas áreas se encuentran protegidas mediante un alero que impide la incidencia directa en los meses de temperaturas más elevadas las cuales se registran en el período estival.

El coeficiente de longitud del alero corresponde a 0,675 la altura vertical de la superficie acristalada. Este alero permite recibir la insolación invernal y descartar la radiación de los meses estivales contribuyendo de esta manera a mantener un equilibrio térmico dentro de la vivienda. Todas las superficies acristaladas disponen de una protección solar adicional en su cara interna en forma de estor enrollable que tamiza el flujo luminoso en un 20 %.

MUROS Y CERRAMIENTOS.

La estructura general está formada por el muro semicircular de mampostería de piedra combinando el basalto y la tosca. En la parte superior el muro se encuentra coronado con piedras caradas en piezas grandes marcando la línea de coronación.

Los muros de hormigón se disponen ligeramente armados con malla. Asimismo, los muros compuestos de hormigón armado y bloques de hormigón vibrado llevarán refuerzos en los extremos

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

armados. Los bloques de hormigón de una cámara se han rellenado con material de desmonte con el fin de elevar la inercia térmica del conjunto.

Los cerramientos metálicos serán de aluminio anodizado en su color y acristalado doble 6+6+6 con luna pulida incolora *Climalit* con *Planitherm*.

VENTILACIÓN

1. Sistema de inyección de aire:

Se compone de un elemento captador en forma de chimenea eólica fija está orientada hacia la dirección predominante del viento situada en el patio interior. El aire captado es dirigido hacia la galería subterránea ubicada bajo el muro de mampostería de piedra. El aire inyectado a la galería modera su velocidad y temperatura desde este espacio parten los diferentes conductos distribuidores hacia las estancias, la salida a través de rejillas regulables manualmente.

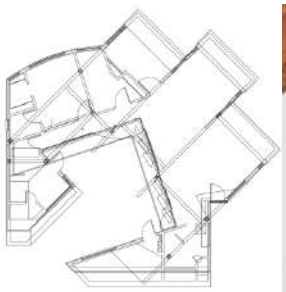
2. Sistema de extracción:

Otra chimenea esta vez de extracción se ubica en el centro de la vivienda. Con una altura de 1,5 metros y coronada con capuchón de lamas esta chimenea posee una mariposa reguladora que permite regular el caudal de aire. De las diferentes estancias parten conductos secundarios que se unen a uno principal sobre el falso techo. Toda la extracción se realiza a través de rejillas de lamas.

Adicionalmente se han previsto otros sistemas de ventilación dentro de los armarios, en los baños y en la cocina los cuales todos se conectan también al conducto principal de extracción.

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

UNIDAD RESIDENCIAL TURÍSTICA 25 EL CANGREJO



Sup. Construida 125,80 m^2
4 personas-3 hab.
Jardín + Terraza

Arquitectos
David Dobereiner

Láminas abovedadas surgen del terreno y se dirigen al suroeste formando las paredes y el techo de la casa, gracias a lo cual se encauza el viento. Los espacios vitales están dispuestos alrededor de un patio. Este patio proporcionada privacidad y facilita el flujo de actividades entre interior y exterior. Su interior lleno de formas geométricas, diferente a cualquier otra vivienda, genera espacios singulares y llenos de interés. Esta es su opción si desea una vivienda única y peculiar.

Ganancias Directas

Las ganancias directas en esta vivienda se realizan principalmente a través de sus dos grandes superficies acristaladas, una orientada a la vertiente Oeste que representa unos 30 m², y la otra en la fachada orientada al Sur con de 26 m², que le aporta la mayor parte de la carga térmica que registra la vivienda. La vivienda se encuentra estratégicamente orientada abriéndose hacia el Suroeste permitiendo así captar desde las primeras horas de insolación de la tarde hasta el ocaso. Estas fachadas se encuentran protegidas mediante dos sistemas pasivos el primero un alero que protege levemente las superficies acristaladas con un coeficiente de volado 0,18 veces la altura de la cristalera y unos parasoles que reducen en un 50% la incidencia solar directa sobre la fachada Oeste.

Protección de la fachada Este y Oeste

La protección se realiza mediante la introducción de un material térmicamente aislante de origen natural entre el panel de fibrocemento exterior acabado en *gresite* y el acabado interior de paneles de cartón yeso sujetos mediante una estructura secundaria de madera a la estructura primaria metálica.

Muros y cerramientos

Estructura primaria metálica y secundaria de madera.

Paneles de fibrocemento con acabado en plaqueta de azulejo.

Perfiles de aluminio en plata y cristalería 6mm.

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

VENTILACIÓN

La ventilación de la vivienda se resuelve mediante la generación de ventilaciones cruzadas, búsqueda de la interconexión entre dos espacios opuestos, lo cual genera un movimiento de aire natural que provoca una inmediata reducción de la sensación térmica y a través de la integración de dos aireadores en ambas caras unos en la fachada Este y otro en la fachada Oeste que permiten la entrada de aire exterior previamente filtrado a la estancia principal y por conexión a todas las estancias.

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