

Diversidade bioconstrutiva transfronteiriça, edificação bioclimática ea sua adaptação pela arquitetura eo urbanismo modernos

biourb

Soluções Singulares Bioclimáticas



Coordenador
Pablo Farfán Manzanares

Investigadores trabajo de campo
Pablo Farfán Manzanares
Pablo García Bachiller

Colaboradores
Alberto Vázquez Miguel

Farfán-Estella Arquitectos



Atribución-CompartirIgual 3.0

creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0

Reconocimiento: En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia hará falta reconocer la autoría.

Compartir Igual: La explotación autorizada incluye la creación de obras derivadas que mantengan la misma licencia al ser divulgadas.

Salvo las Figuras y gráficos que pertenecen a sus respectivos autores



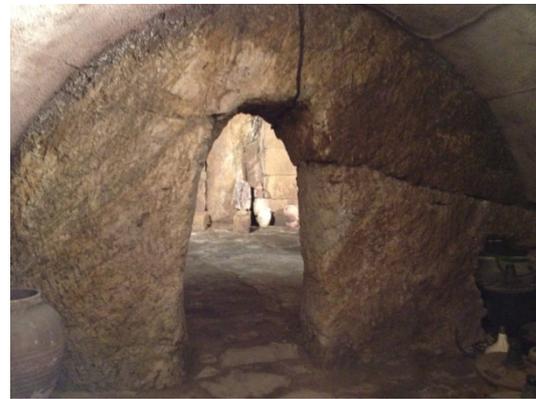
Indice

Soluções Bioclimáticas

- 01 Climatização Geotérmica
- 02 Telhado Verde de Inécia
- 03 Muro de Inécia
- 04 Coberta activa Captadora
- 05 Espaços de Transição Orientados
- 06 Esfufa Anexa
- 07 Muro Vegetal
- 08 Arrefecimento Evaporativo



Climatização Geotérmica





1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

A primeira morada estável dos hominídeos foi a caverna, a proteção contra a chuva e outros animais, numa temperatura estável ao longo do ano. O comportamento bioclimático da caverna adquire a temperatura constante da terra, praticamente independente do ambiente externo, devido à sua massa térmica aproxima-se dos 14° a partir dos três metros de profundidade.

A habitação subterrânea encontrada em Benimamet (Valencia) ou Villacañas e Madridejos são usadas continuamente desde então, graças à sua eficiência energética, enquanto que, noutras regiões é utilizado para preservar ou elaborar alimentos e fazer vinho.



Figura 1 Benimamet (Valencia)

Além da casa subterrânea a climatização geotérmica aproveita esta propriedade física do solo, fazendo atravessar o ar de admissão da casa através de elementos do subsolo, de grande massa térmica, o condicionamento do ar e a sua passagem mediante o intercâmbio de calor com estes elementos.



Existem muitos exemplos ao longo da história, onde esta solução é utilizada:

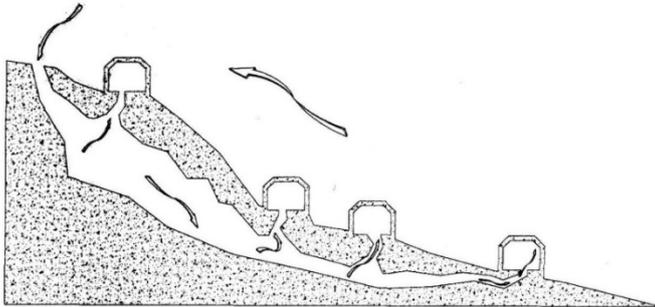


Figura 2 Villas Costozza, Vicenza (Itália)

Em Villas Costozza na Itália, o ar frio que gera nas cavernas do subsolo serve para refrescar as casas no verão.

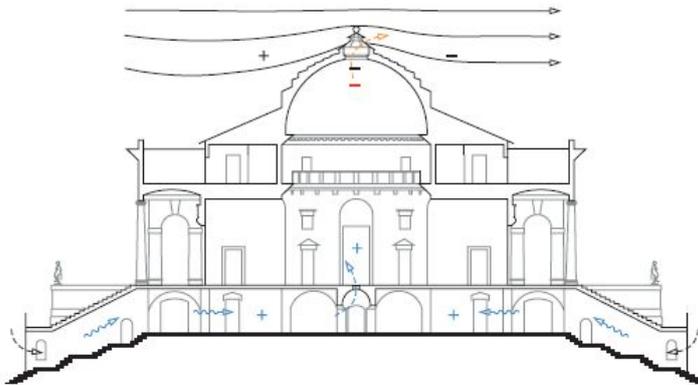


Figura 3 Villa Rotonda, Vicenza (Itália) 1566

Palladio foi inspirado no sistema tradicional para arrefecer o Villa Rotonda através do ar que circula pelo sótão, junto com umas aberturas na cúpula central por onde se deixa escapar o ar quente acumulado.

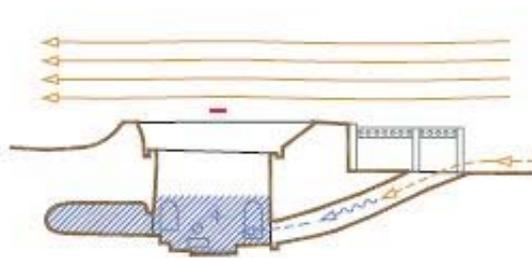


Figura 4 Túniz

Os sistemas utilizado em casas subterrâneas para refrescar os espaços como por exemplo na Tunísia, é semelhante acentuando-o pela inercia térmica do terreno.

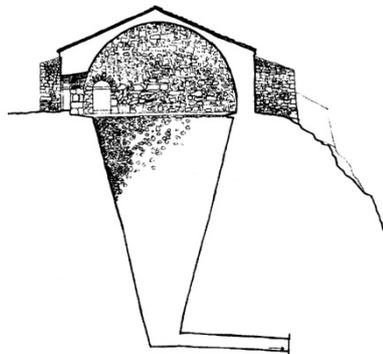


Figura 5 Madrid

Os poços de neve eram construções para o armazenamento e a conservação da neve aproveitando-se a inercia térmica do terreno.

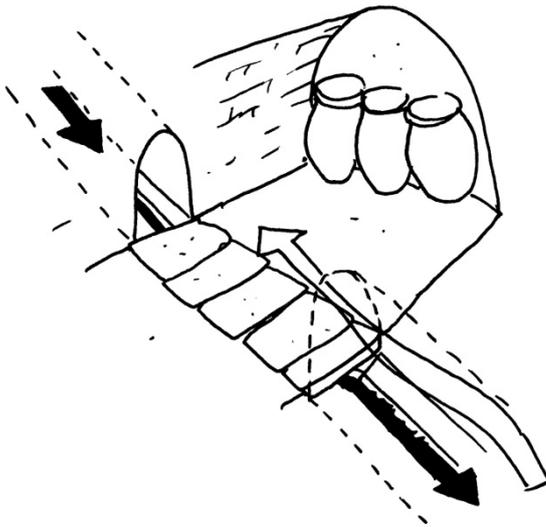


Figura 6 Bodegas en Famoselle

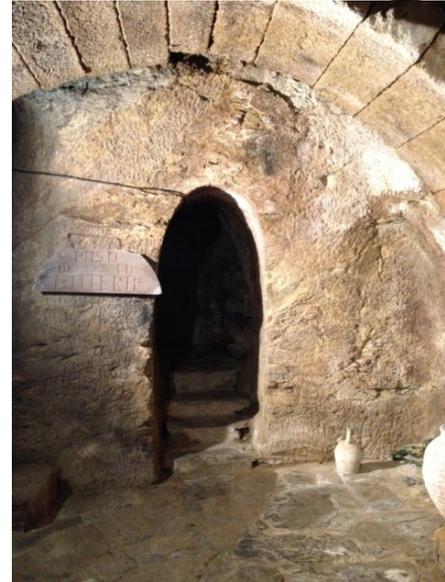


Figura 7 Foto de interior de bodega
en Famoselle

Na área em estudo, encontramos o exemplo de adegas de Famoselle, esculpidas na rocha, usadas como frigoríficos naturais da Idade do Ferro.

Estas adegas, ligadas entre si por esgotos e com as casas que se encontram por cima, e se utilizam tradicionalmente usados na produção de vinho. Nestas adegas, devido as filtrações e ao sistema de esgotos associando a geotérmica com o arrefecimento evaporativo, como explicado na solução correspondente.

Atualmente, devido ao progressivo abandono de produção de vinho, muitas destas adegas são utilizadas como como clubes sociais, servindo como lugares frescos para a realização de encontros, almoços e festas durante todo o verão.

Por sua vez, os habitantes das casas, usam a porta de acesso perante a ventilação cruzada se refrescam com o ar fresco, a partir do subsolo.



2. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

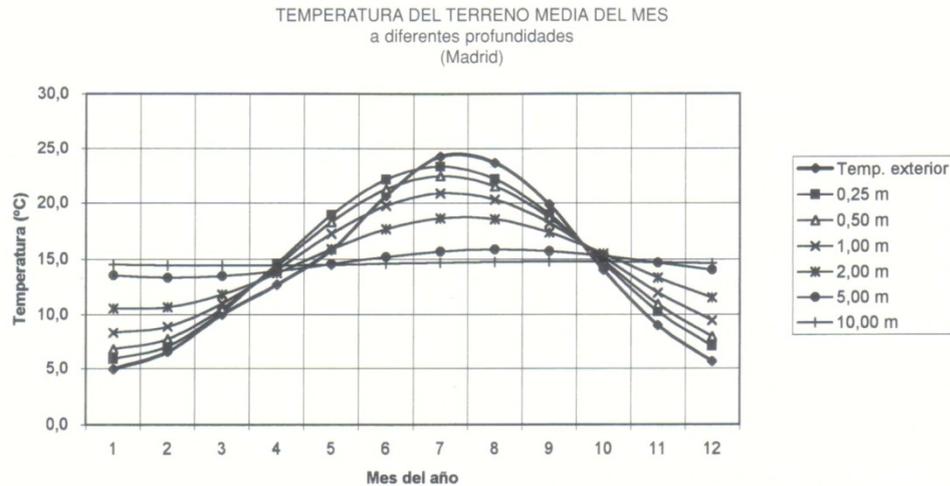
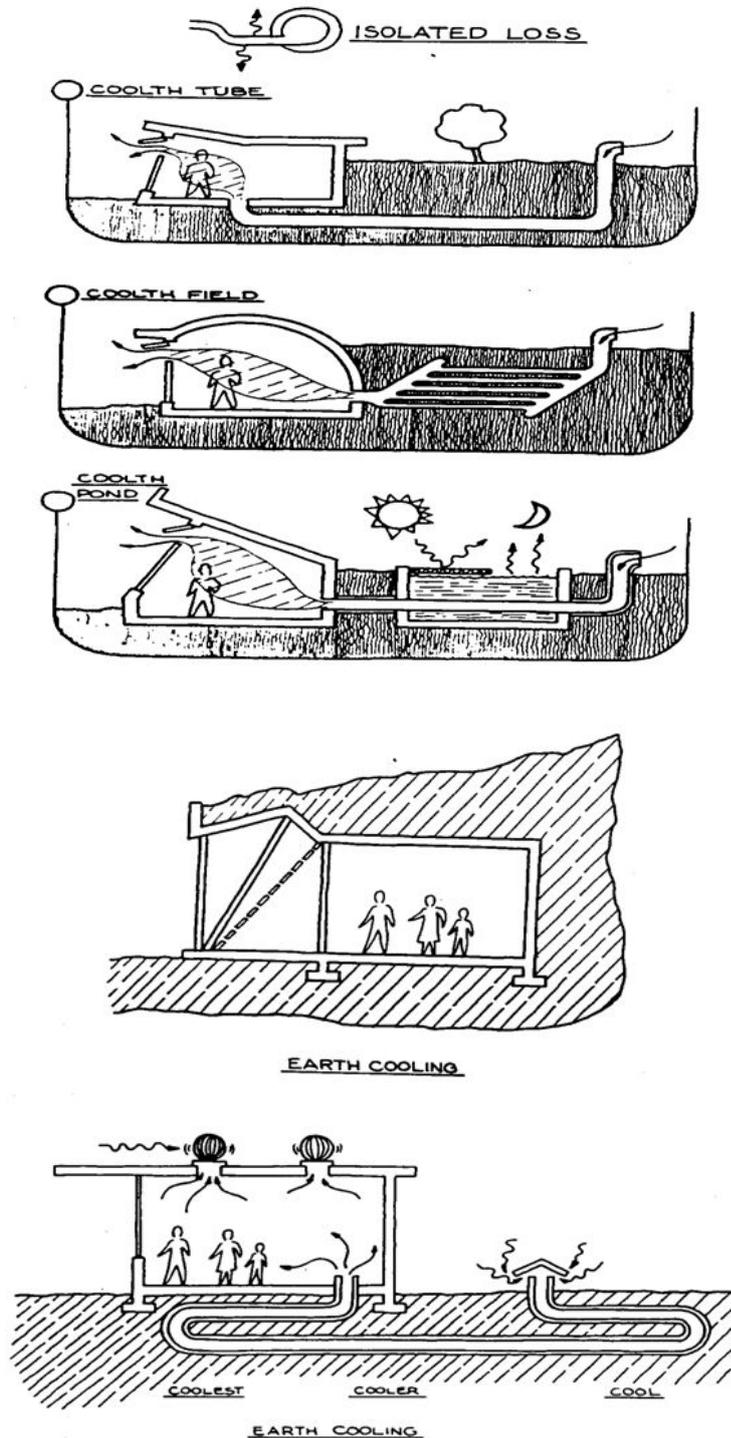


Figura 8 Variação de temperatura do terreno ao longo do ano segundo a profundidade.

A temperatura do solo é em função dos fenómenos climáticos e da temperatura do magma nas camadas inferiores. Nas cotas mais superficiais predomina o clima. O gradiente é inverso no inverno e verão.

Aproveita a constante temperatura do solo para a troca de calor com o subsolo.

O terreno do subsolo apresenta um infinito isolamento capacitivos ou inercial que bloqueia o fluxo de calor acumulado na parte superficial da mesma.



Estes esquemas são extraídos dos estudos e pesquisas Halacy DS [1] (Halacy, 1966; 1978)

Eles refletem os sistemas e soluções que são referenciados como climatização por geotermia fundamentados no intercambio com o subsolo para acondicionar estancias.

Estes mecanismos são aplicáveis nos sistemas atuais, bem como o poço canadiano.

Figura 9 Esquemas (D.S.Halacy)



3. PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS

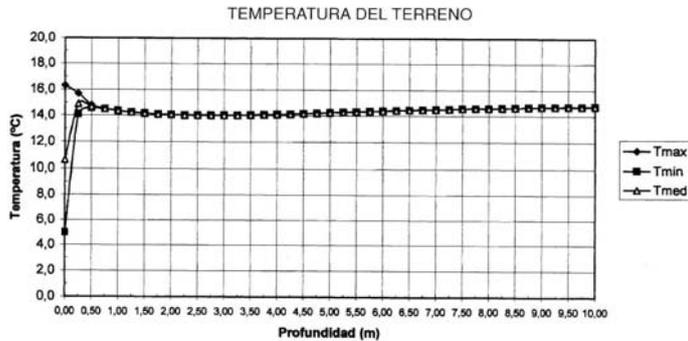


Figura 10 Ejemplo de gradiente térmico del terreno para el mes de Abril

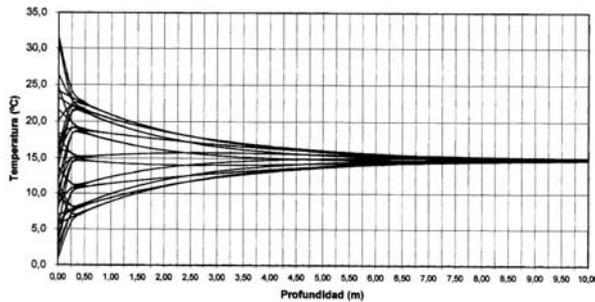


Figura 11 Ejemplo de gradiente térmico del terreno a lo largo de todo el año

É geralmente considerado que a uma profundidade entre 0,5 m e 1,5 m. A temperatura varia ao longo de um dia e coincide com a média diária de 15 m. a temperatura varia ao longo do ano.

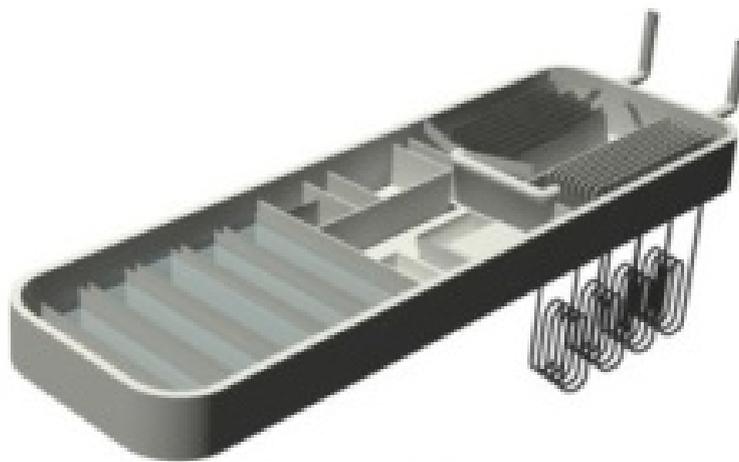
Os gradientes são específicos para cada estação, especialmente nas camadas mais superficiais.

Estes são ascendente e descendente no Inverno, no verão sob a influência de clima superfície.



4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDAR

- Determinação da geotécnica de hidroscofia do subsolo.
- Obtendo o fluxo de ar por laços de convecção natural.
- Dimensão do tubo.
- Materiais dos elementos.
- Profundidade dependendo do terreno.
- Fluxo de ar.
- Mecanismos de movimento do fluido.



Geotermia

En el subsuelo, a partir de 5 m de profundidad, los materiales geológicos permanecen a una temperatura constante de 15° con independencia de la estación del año o de las condiciones meteorológicas. Utilizamos un sistema geotérmico para el intercambio de calor con el subsuelo, que puede refrigerar el aire o el agua según las necesidades.

Figura 12 Concurso para el edificio de ferias de Cáceres (IFECA)
(Arquitectos: FARFAN-ESTELLA)

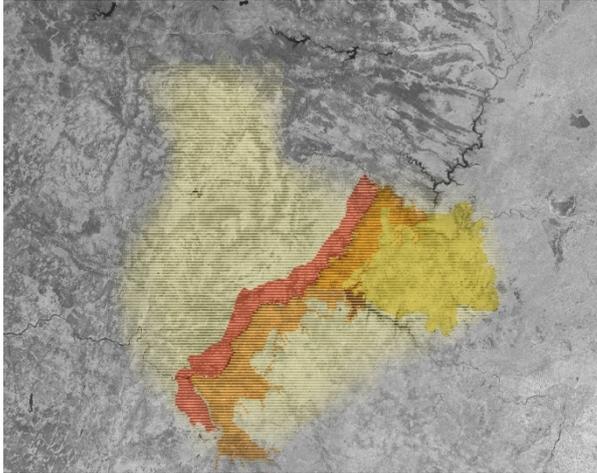


5. LOCAIS RECOMENDADOS

Os sistemas de arquiteturas subterrâneas e o aproveitamento geotérmica pode ser interessantes em qualquer clima e situação, embora a aplicação direta seja recomendada para climas quentes e / ou condições de verão, devido à adição de arrefecimento evaporativo para trazer as águas subterrâneas e fontes.



6. ESTUDO DE CASO



O trabalho de campo consistiu numa visita a 80 localidades da área em estudo:

Área de estudo: região transfronteiriça Natural do Douro Internacional, Parque Natural Douro Park e Arribes Natural Montesinho.

-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha

-Espanha: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero.

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português
- Microclima Mediterrânico – região do Douro
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca

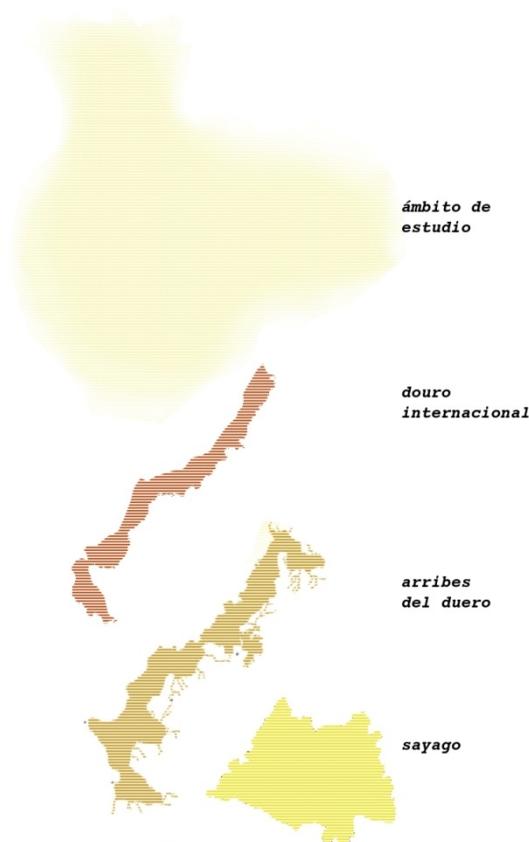


Figura 13 Âmbito



6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na área em estudo, foram recolhidas amostras diferentes para esta solução bioclimática indicada no mapa, particularmente nas localidades de Urrós em Portugal, Vilarino e Famoselle em Espanha. Os exemplos encontrados são principalmente adegas subterradas. Encontram-se numa área restrita do campo de estudo, as condições do solo necessárias para a sua construção (no ambiente de Famoselle), o gnaiss do solo, composição similar ao granito, mas menos severo e mais fácil de Pierce. Os limites do local destas construções encontram-se no mapa:

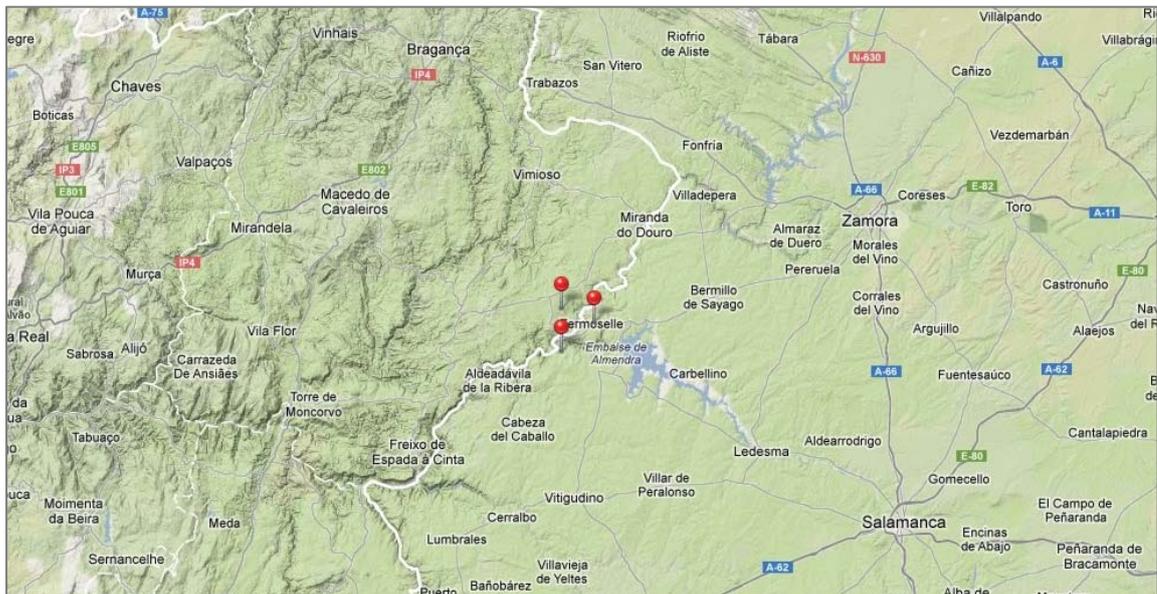


Figura14 Mapa da implantação –Climatização geotérmica

Detalhe fotográfico geolocalizado correspondendo às referências que aparece no **Mapa de Implementação** deste sistema.



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: 6° 23.44' 0.00" Lat: 41° 19.22' 0.00" Alt: 665.0000 msm



Lon: 6° 23.44' 0.00" Lat: 41° 19.22' 0.00" Alt: 665.0000 msm



Lon: 6° 23.92' 0.00" Lat: 41° 19.06' 0.00" Alt: 702.0000 msm



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: 6° 23.63' 0.00" Lat: 41° 19.05' 0.00" Alt: 690.0000 msm



Lon: 6° 23.40' 0.00" Lat: 41° 19.26' 0.00" Alt: 692.0000 msm



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: 6° 23.34' 0.00" Lat: 41° 19.29' 0.00" Alt: 692.0000 msm



Lon: 6° 23.04' 0.00" Lat: 41° 19.47' 0.00" Alt: 692.0000 msm



Lon: 6° 28.03' 0.00" Lat: 41° 20.80' 0.00" Alt: 708.0000 msm



Lon: 6° 23.64' 0.00" Lat: 41° 19.02' 0.00" Alt: 704.0000 msm



Lon: 6° 23.57' 0.00" Lat: 41° 19.10' 0.00" Alt: 679.0000 msm



Lon: 6° 23.58' 0.00" Lat: 41° 19.11' 0.00" Alt: 681.0000 msm



7. APLICAÇÃO NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

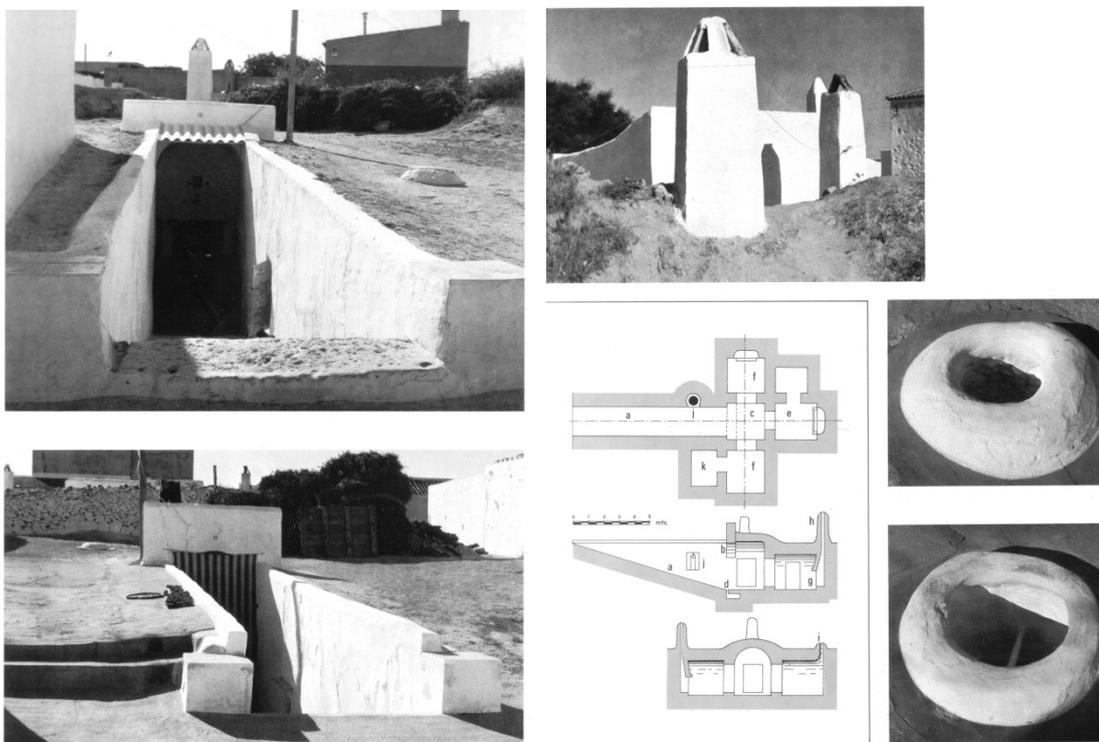


Figura 15 Villacañas (Toledo)

As moradias subterrâneas são um exemplo de como a caverna evoluiu. Em Villacañas, conta com uma rampa de acesso, na sua parte inferior é normalmente encontrada junto ao poço. O teto de algumas estancias se preformam uns poços de luz clarabóias ou portas, que proporcionam luz e ventilação. Estas clarabóias servem de iluminação com um anel exterior para evitar que as aguas do terreno entrem na vivenda.

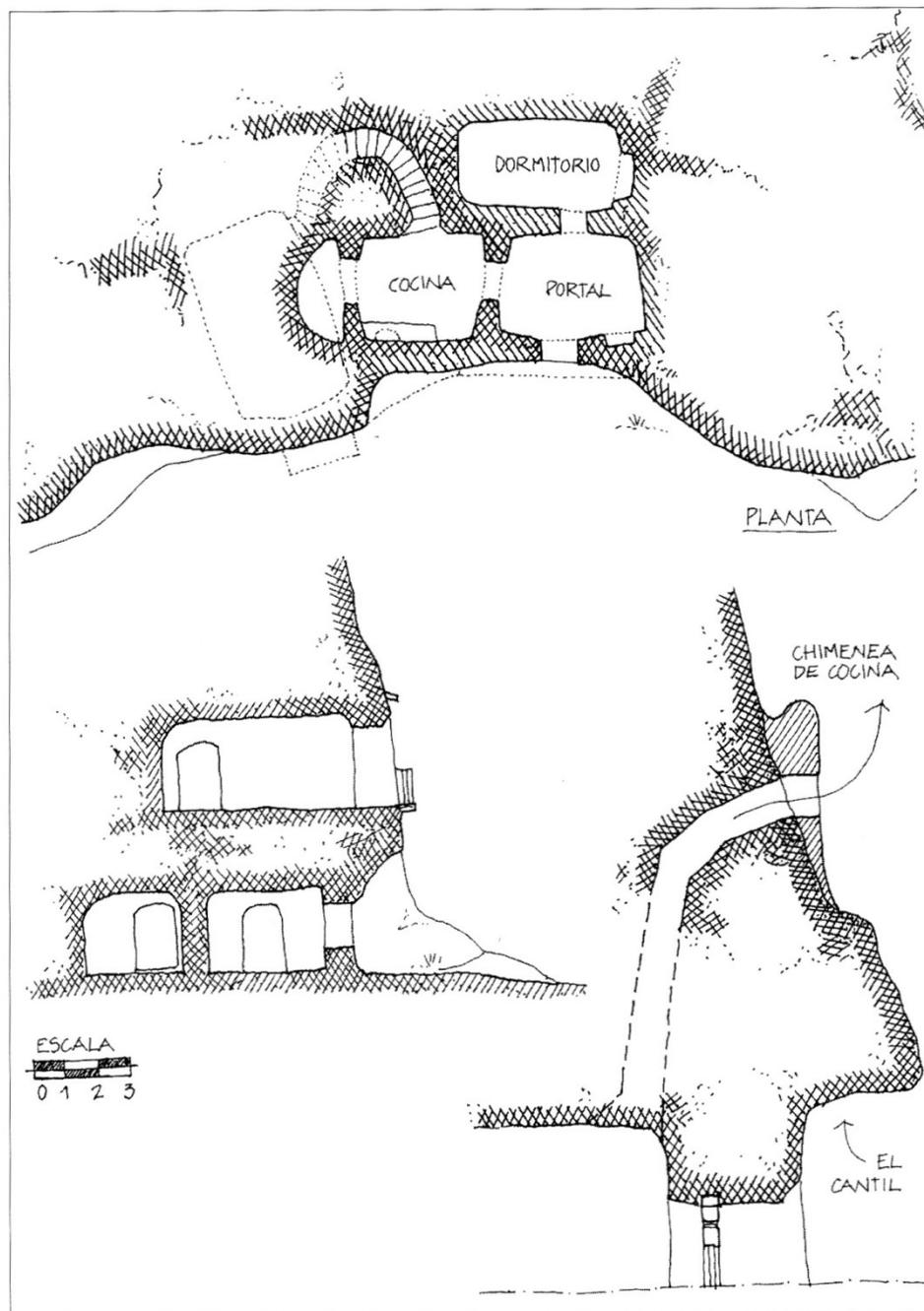


Figura 16 Belerda de Guadix (Granada)

Em Belerda de Guadix há muitos exemplos de casas com cavernas. Estas grutas são esculpidas apenas no chão macio da ravina, respeitando o último beta do penhasco. O quarto superior abre para a paisagem através de uma varanda.



Figura 17 Casa excavada en Lanzarote. (César Manrique)

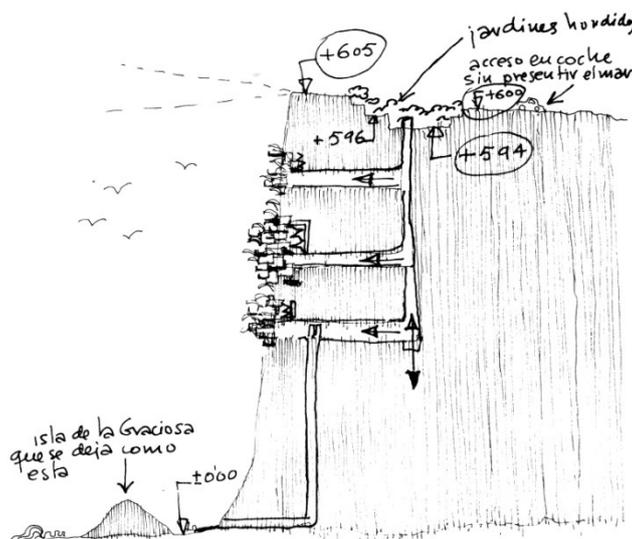


Figura 18 Ciudad de las Gaviotas, Risco de Famara , Lanzarote (Fernando Higuera, 1963)

Tanto o Cesar Manrique como Higuera Fernando são exemplos de arquitetos que têm contado com a arquitetura tradicional da zona, tendo-a como um exemplo e respeitando-a, num compromisso entre o moderno e o vernacular, adaptando-se ao local e clima.



Figura 19 Lanzarote.

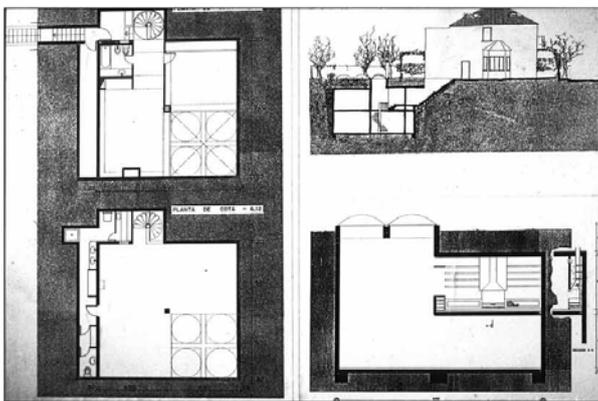
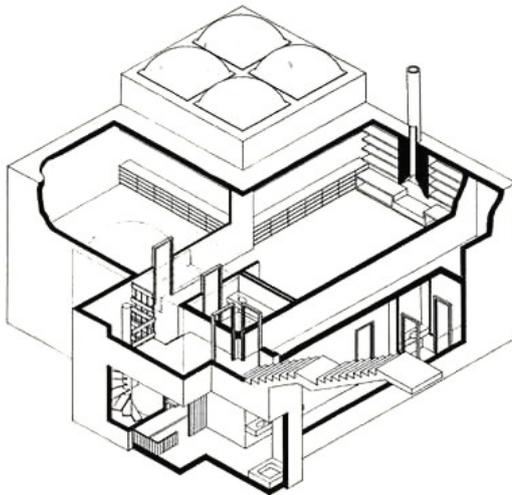


Figura 20 Casa Fernando Higuera, Madrid "Rascainfierno" (1975-1977)

"É uma pequena casa com dois andares quadrada 9x9m subterrânea, escavado sob um pequeno jardim da casa. Têm excelente luz de cima através de clarabóias 5 2x2m, e ela goza de uma temperatura calma e excelente durante todo o ano, sem ar condicionado e aquecimento apenas. O piso superior de um "L", através da remoção de 4,5 × 4,5 m esquina da praça de 9x9m, crie uma altura dupla de luz excelente 7m que desce do alto. Ivies procurando a luz do jardim à noite e calor, e converter o interior em um agradável jardim subterrâneo. "

Fernando Higuera



Figura 21 Fundación Metrópoli,
Alcobendas, Madrid. ECOBOX
(Ángel de Diego y Vicente
Olmedilla 2002-2003)

Ecobox é um edifício criado com um caracter experimental com um alto grau de compromisso, onde o desenho se apresenta com critérios arquitectonicos instalações e sistemas que desenvolvem a eficiência energética bioclimática.

Neste edifício existe um sistema onde a energia geotérmica do subsolo ao energia subterrânea localizada abaixo do solo, e de lá para os espaços interiores e paredes exteriores por um sistema de canalizações através da qual o ar exterior é impulsionado por pequenos ventiladores instalados nos pátios ingleses.

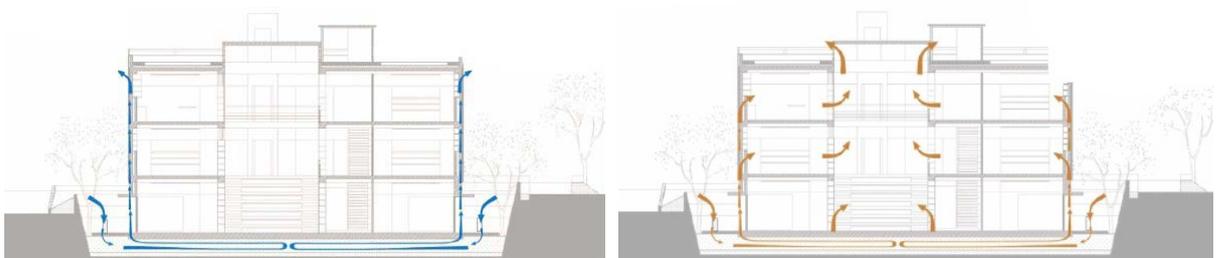


Figura 22 Referigeração e ventilación desde armazenes energéticos ECOBOX



Figura 23 Ventilador captador ECOBOX

A partir destes armazéns energéticos do subsolo se condiciona de forma natural o ar exterior, que ventila e renova o ar de forma permanente e controlada.



No Canadá o sistema, consiste em fazer passar um fluxo de ar através de tubos enterrados no solo antes de penetrar o edifício, tirando partido das temperaturas estáveis subterrâneas para a sua elevada massa térmica e troca de calor.

Figura 24 Esquema funcionamento poço canadense

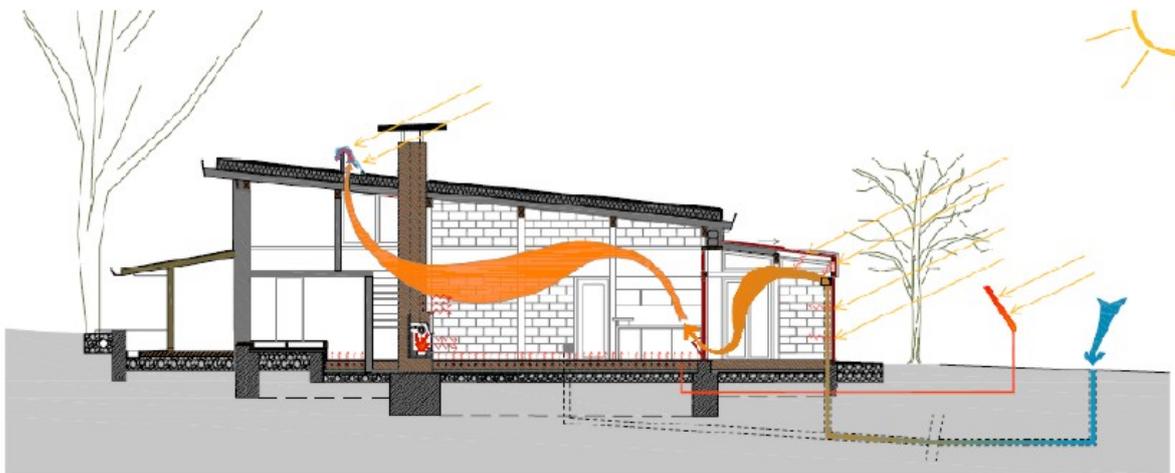
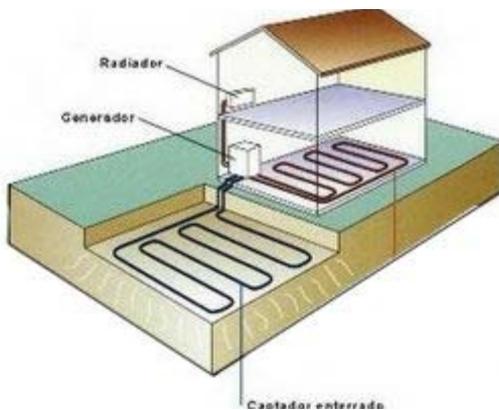


Figura 25 Esquema circulação do ar em inverno

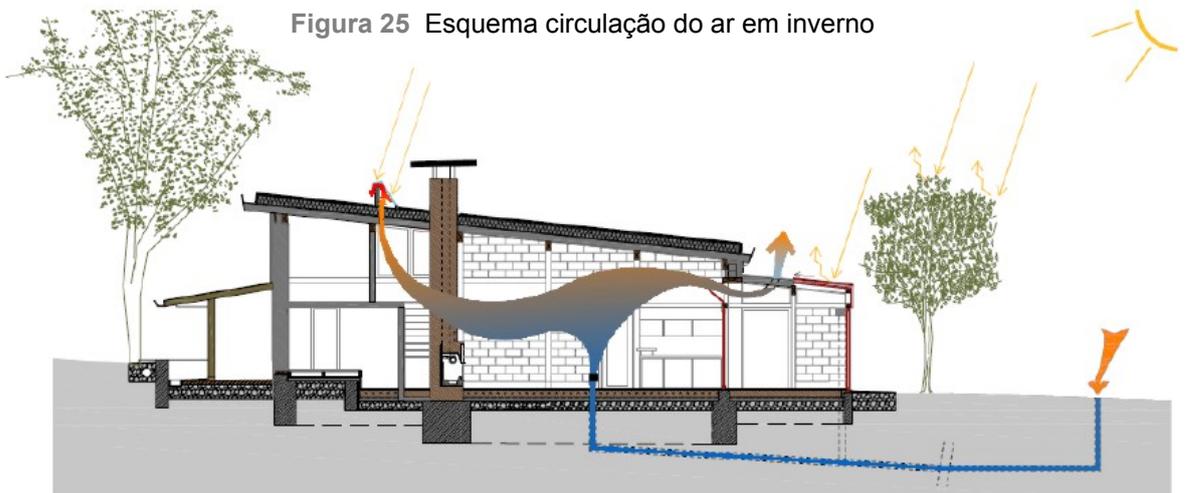


Figura 26 Esquema circulação do ar em verão

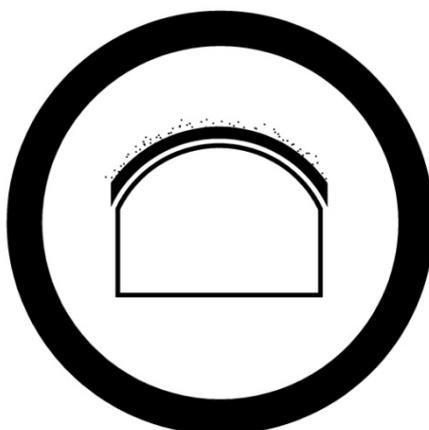


Referências

- Neila Gonzalez, F. Javier:** *"Arquitectura Bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria.2004.
- Sandoval, Felix Jove:** *"Habitação escavada terra. O distrito de Castelo em Aguilar de Campos: Ativos Técnicos e Universitários "construtivo de Valladolid, 2006.*
- Halacy, Daniel Stephen,** *"uma nova era de energia solar"* Plaza & James, 1966.
- Halacy, Daniel Stephen,** *"Terra, água, vento e sol: nossas alternativas,"* três vezes, de 1978.
- Knie, Belmonte, Berthomieu, Madrid:** *"Projetando um edifício auto-suficiente e" low cost "para si"* Mestrado em Energia para o Desenvolvimento Sustentável.Universitat Politecnica de Catalunya. Tutor: Marti Rosas Casals 2010.
- COAM Foundation:** "Fernando Higuera.Intexturas Estructuras "COAM Foundation, 2008.
- Flores, Carlos:** *"A arquitetura popular espanhola"* Aguilar, 1978.

Notas

- [1] Daniel Stephen Halacy foi fundador do "Solar Energy Research Institute" atualmente "National Renewable Laboratory de Energia" (NREL). Considerado um precursor do cozimento solar faz seu "Fogão Solar 30-60", cuja construção baseia-se esses ângulos.



Telhado verde de inércia





1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

O telhado verde da Inércia combina a inércia térmica da cobertura, provocando o efeito caverna e resfriamento evaporativo, ambos descritos em outras soluções estudadas.

Na área de estudo foram encontrados cabanas de pastores, também chamados de cabanas ou casas, assim como moinhos outras construções que utilizam “ bóvedas” por aproximação das linhas cobertas por terra e uma cobertura vegetal. Esse método de construção remonta ao neolítico e o podemos encontrar nos Los Millares de Almería com uma antiguidade de 3.000 anos.

Enquanto as cabanas de pastores são alojamentos temporárias, moinhos como este em Sobradillo, na imagem, o de Vilarino de los Aires, na capa, são construções complexas com lareira e cama cavado para o moleiro no primeiro e no sistema de drenagem e desenho aerodinâmico para e alagamento do Tormes.

Atualmente, graças as suas características bioclimáticas esta solução esta está sendo amplamente utilizada pela arquitetura ecológica contemporânea, e também produz oxigênio, alimentos e purifica a água da chuva entre outras vantagens.



Figura1 Molino em Sobradillo, Salamanca. Cobertura vegetal em abóbada por aproximação das linhas



2. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

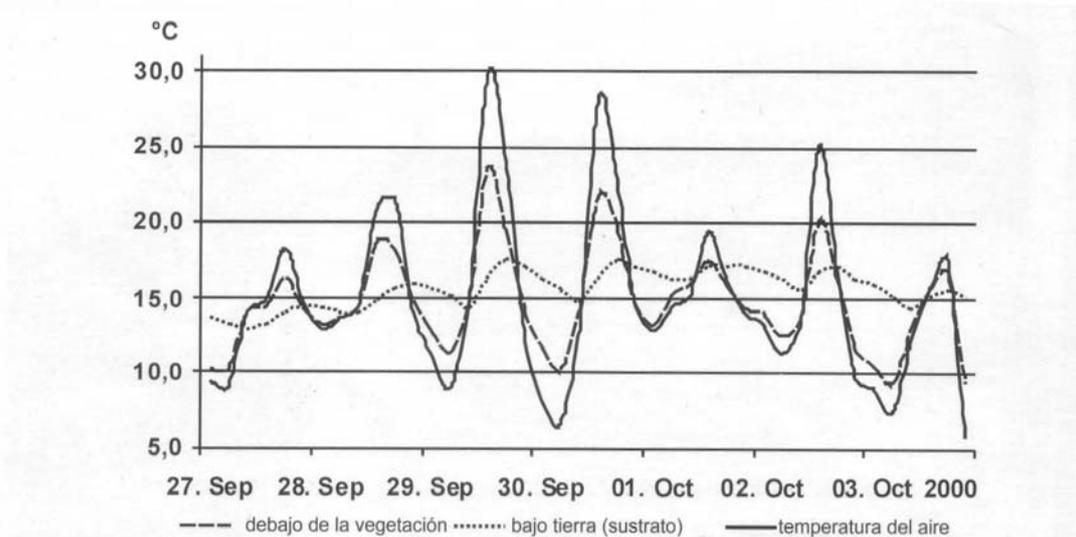


Figura 2 Temperaturas de um telhado verde com um substrato de 16 cm.,
Medidas durante uma semana de verão, Kassel (Alemanha)

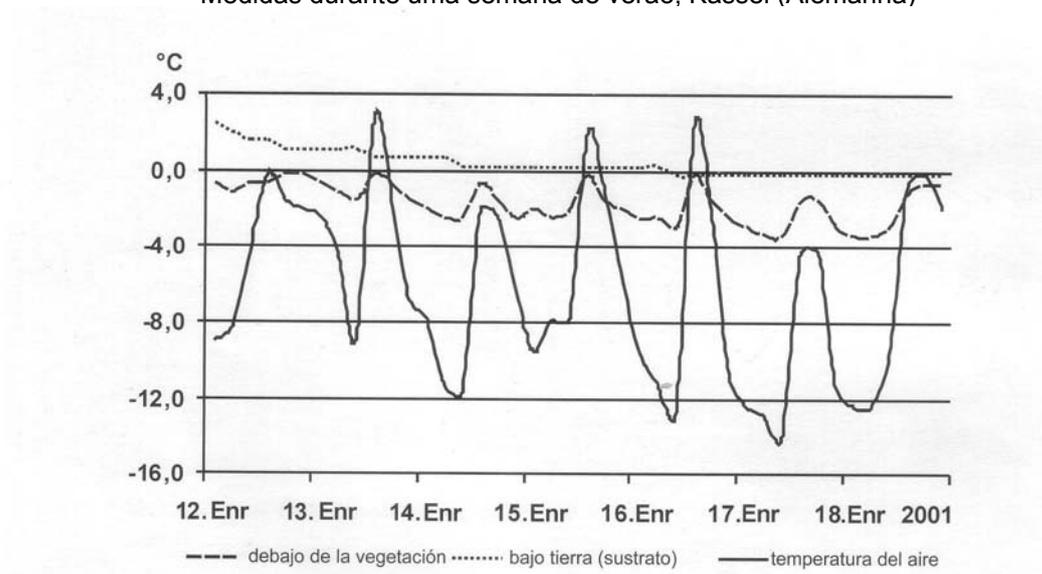


Figura 3 Temperaturas de um telhado verde com um substrato de 16 cm.,
Medidas durante uma semana de verão, Kassel (Alemanha)

O comportamento bioclimático de telhados verdes de inércia supõe uma aproximação do objeto edificado ao efeito "caverna" servindo de amortecimento das oscilações higrotérmicas climáticas.



3. PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICAS FÍSICOS

A regulação efetiva da temperatura em ambientes interiores produz-se em áreas cobertas por telhados verdes pela ação simultânea de três processos físicos e químicos. Estes são (**Minke, Gernot, 2005**):

- **A evaporação da água**

Na evaporação de um litro de água são consumidos quase 2,2 MJ (530 kcal) de energia. Esta energia é subtraída ao edifício no período diurno (evaporação) e no período noturno (condensação).

- **Fotossíntese**

Para cada molécula de $C_6H_{12}O_6$ (glicose) gerada são consumidos 2,83 KJ. O processo é feito sempre em períodos rasgado pelo que se constituem em apoio ao ciclo evaporativo.

- **Armazenamento / isolamento**

Tanto a massa da terra como a própria água retida pela vegetação amortizam o efeito das oscilações térmicas em ciclos diários.

O colchão de ar encerrado pela vegetação tem efeito de isolamento térmico, arroja sombra sobre a cobertura e impede que o vento chegue a superfície de substrato.



4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDO

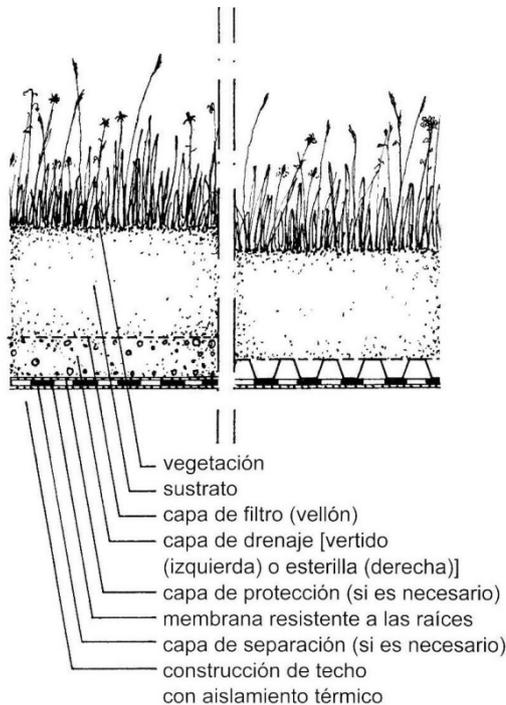


Figura 4 Telhado plano

Tipos de musgos para alturas de
sustrato de 3 a 5 cm.

- Ceratodon purpurelis
- Campothecium sericeum
- Synthrichia rurales
- Schistidium apocarpum
- Barbula convolute
- Brachythecium rutabuum
- Bryum argenteum
- Hypnum cypressi forme

Figura 5 Vegetación de musgo y Sedum
para espesores de sustrato de
3 a 5 cm (según el Instituto
Federal para la Construcción
NRW 1998)

As espécies vegetais foram selecionadas com critérios xerojardinería (espécie locais de baixa manutenção) procurando as espécies disponíveis a seleção de um isolamento adequado sob a consideração de adaptabilidade sazonal.

As camadas de solo e de drenagem, para além de serem suficientes para a vida vegetal e a protecção da impermeabilização, se dimensionaram de acordo com os cálculos de inércia térmica e de amortecimento.

Os telhados verdes de inércia

- + regulação de temperatura
- + regulação de humidade
- + Isolamento
- + Inércia



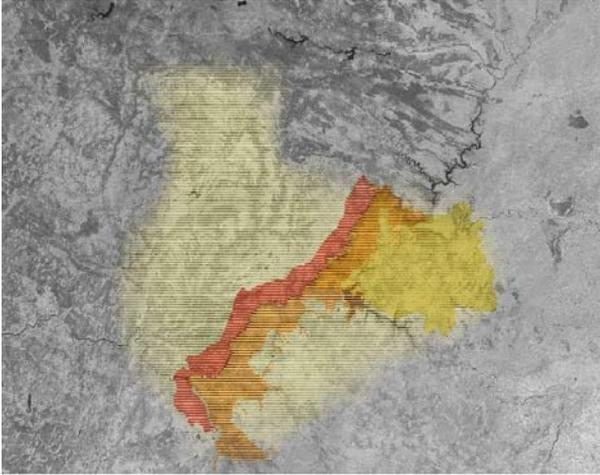
5. LOCAIS RECOMENDADOS

A amortização de flutuações climáticas que "efeito caverna" torna o sistema recomendado para uma ampla gama de condições climáticas.

A seleção dos critérios de xerojardinería das espécies vegetais e a seleção destes critérios térmicos fornecerão as nuances de adaptação a cada situação climática e dos recursos locais.



6. ESTUDO DE CASO



Exemplos sistema localizados entre as 80 localidades visitadas na área de estudo:

Área de estudo: região transfronteiriça
Parque Natural Douro Internacional, Parque Natural Arribes del Duero e Parque Natural de Montesinho

-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha.

-Espanña: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero..

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português.
- Microclima Mediterrâneo – região do Douro.
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca

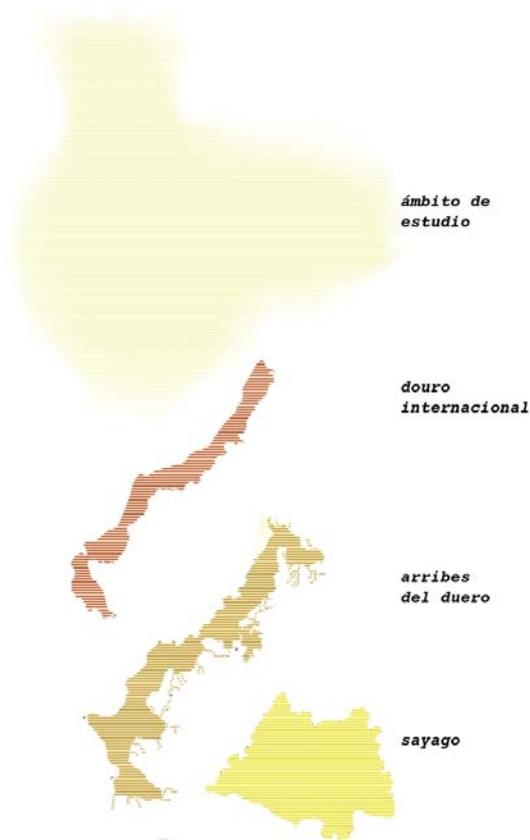


Figura 6 Âmbito



6.1 UBICACIÓN DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Na área de estudo foram encontradas soluções construtivas que se podem englobar dentro do sistema de telhados verdes de inércia. Exemplos tradicionais são preservados, em cabanas e moinhos, também existem edifícios contemporâneos com esta solução.



Figura 7 Mapa de implantação –Telhao verde de inercia-

Detalhe fotográfico geolocalizado correspondente referências, que aparece no **Mapa de Implementação** deste sistema.



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: 6° 25.06' 0.00" Lat: 41° 18.74' 0.00" Alt: 663.0000 msm



Lon: 6° 25.07' 0.00" Lat: 41° 18.74' 0.00" Alt: 657.0000 msm



Lon: 6° 23.92' 0.00" Lat: 41° 19.16' 0.00" Alt: 666.0000 msm



Lon: 6° 44.59' 0.00" Lat: 41° 2.16' 0.00" Alt: 442.0000 msm



Lon: 6° 44.59' 0.00" Lat: 41° 2.16' 0.00" Alt: 448.0000 msm



Lon: 6° 44.30' 0.00" Lat: 41° 2.26' 0.00" Alt: 409.0000 msm



Lon: 6° 43.52' 0.00" Lat: 40° 57.90' 0.00" Alt: 673.0000 msm



Lon: 6° 43.51' 0.00" Lat: 40° 57.89' 0.00" Alt: 670.0000 msm



Lon: 6° 42.49' 0.00" Lat: 40° 57.85' 0.00" Alt: 678.0000 msm



Lon: 6° 39.34' 0.00" Lat: 40° 58.27' 0.00" Alt: 592.0000 msm



Lon: 6° 41.69' 0.00" Lat: 40° 50.95' 0.00" Alt: 684.0000 msm



Lon: 6° 44.91' 0.00" Lat: 40° 52.82' 0.00" Alt: 672.0000 msm



Lon: 6° 47.54' 0.00" Lat: 40° 56.27' 0.00" Alt: 603.0000 msm



Lon: 6° 47.54' 0.00" Lat: 40° 56.27' 0.00" Alt: 599.0000 msm



Lon: 6° 47.54' 0.00" Lat: 40° 56.28' 0.00" Alt: 607.0000 msm



Lon: 5° 52.59' 0.00" Lat: 41° 24.97' 0.00" Alt: 781.0000 msm



Lon: 6° 21.91' 0.00" Lat: 41° 19.73' 0.00" Alt: 745.0000 msm



Lon: 6° 21.91' 0.00" Lat: 41° 19.72' 0.00" Alt: 741.0000 msm



Lon: 6° 21.91' 0.00" Lat: 41° 19.72' 0.00" Alt: 740.0000 msm



7. APLICAÇÃO NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA



Figura 8 Hotel Rogner, Blumau, Estíria (F. Hundertwasser, 1990-1997)

Complexo termal integrado na topografia das pastagens. Edifícios cobertos de erva que junto com o isolamento térmico e acústico, também têm funções de depuração de águas da chuva, filtrando-a e aproveitando-a para regenerar a vegetação e húmus.



Figura 9 Centro Termal de Blumau, Estíria (F. Hundertwasser 1990-1997)



Figura 10 Estação de ónibus Mogadouro, Portugal (Cannatà & Fernandes Arquitectos 2006)



Figura 11 Green Museum, San Francisco, Estados Unidos (Renzo Piano, 2008)

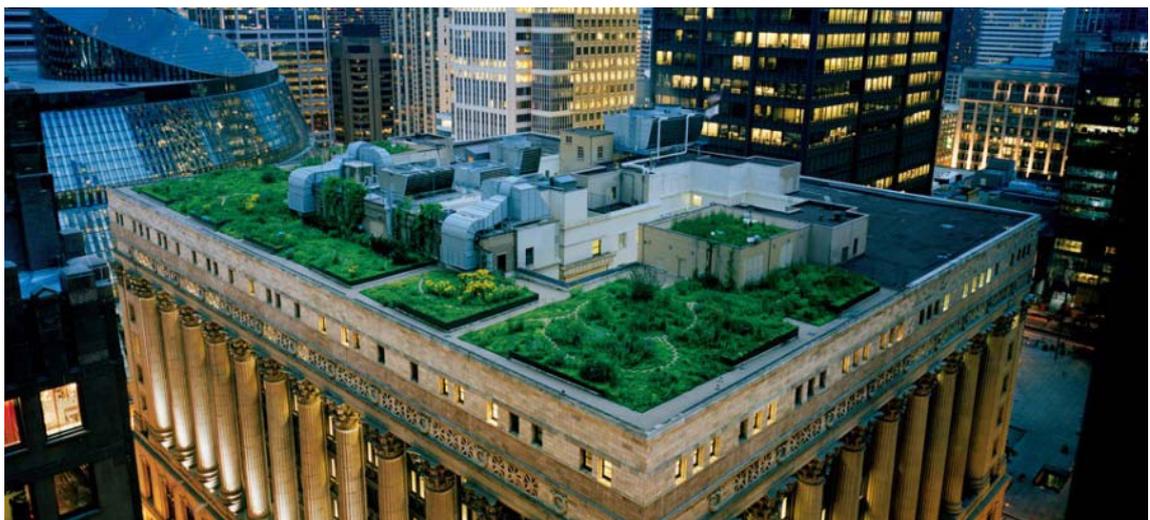


Figura 12 Chicago's City Hall Rooftop Garden, Estados Unidos (William McDonough, 2001)

A Câmara Municipal (Cidade de Chicago Hall) é um exemplo do que sua administração está a tentar incentivar: a construção sustentável em edifícios públicos e privados, através das " *Chicago Standards* ". Dentro desta abordagem, realizamos um estudo que conclui que num período de 10 anos todos os telhados de Chicago fossem ecológicos a poupança poderia subir para 100 milhões de dólares anuais, apenas os custos de ar condicionado.



Figura 13 Stuttgart, Alemanha.

A partir da década de 60 na Alemanha está a ser investigado neste tipo de solução bioclimática e, atualmente o 15% dos telhados planos são verdes, o que supõe uma superfície de aproximadamente 13,5 milhões de metros quadrados.

Enquanto isso, os regulamentos municipais de cidades como Vancouver, Chicago, Stuttgart, Singapura ou Tóquio, eles começam a gerar leis que exigem cobrir 20% dos terraços de edifícios com plantas.



Referências

Menendez Granados, Helen: *"Princípios e estratégias bioclimáticas de projeto em arquitetura e urbanismo.03. Eficiência energética do Conselho "Superior de Colégios de Arquitectos de Espanha, 2006.*

Neila Gonzalez, F. Javier: *"Arquitectura Bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria.2004.

Gernot Minke *"Telhados verdes: planejamento simples e eficaz, implementação, conselhos práticos"* Ecohousing, 2005.

Pierre Restany: *"O poder da arte.Hundertwasser. O pintor-rei com cinco peles "*Taschen, 2001



Muro de inércia sensor-acumulador





1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

*"Em qualquer caso, o comportamento higrométrico da palloza, devido à sua considerável **inércia térmica**, por um lado, e da permeabilidade do telhado, por outro lado, será sempre incomparavelmente melhor do que edifícios contíguos recentes, mais convencionais, para onde alguns camponeses se mudaram, impulsionados, sobretudo, pelas convenções sociais. "*

"Roupas, suor e arquiteturas"

Fernando Ramón Moliner, 1980.

Arquiteto e Prêmio Nacional de Habitação 2009



Existem três tipos de isolamento:

- *Isolamento resistivo*
- *Isolamento reflexivo*
- *Isolamento capacitivo*

Dos três, os dois primeiros pretendem impedir a passagem de calor de um lado para o outro em um invólucro, enquanto o terceiro é armazenado no seu interior, impedindo que entre no Verão e saia no inverno dos três, para além disso, o único que capta passivamente a radiação solar.

No tempo frio, o mais importante é impedir a passagem de calor para o exterior, de modo que irá valorar o coeficiente de transmissão térmica CTT do recinto (isolamento resistivo), enquanto que, num clima temperado com oscilações de temperatura e maior radiação solar resulta mais eficiente sua captação e manutenção.

De acordo com Yáñez Paradera:

"Embora o isolamento resistivo e reflexivo oferecem uma resposta quase instantânea as alterações de temperatura, no entanto, o isolamento capacitivo tem uma resposta diferida no tempo. Esta modalidade utiliza-se em climas com verões muito quentes, com uma vasta amplitude térmica ao longo do dia "(Yáñez, 2008)

Atualmente, os regulamentos e normas de cálculo na Península Ibérica são adaptações e património recolhido de outras normativas europeias destinadas a outras latitudes, com climas mais frios e menos radiação, com base na premissa errada de que faz mais frio na Alemanha ou Noruega técnicas de isolamento serão melhores e ignorando o isolamento capacitivo ou inercial, próprio do nosso clima.

Assim, a arquitetura tradicional ibérica, baseada na forma como vivemos o recinto de grande inércia, grande isolamento capacitivo de alta coincide com o que é proposto pelos principais especialistas sobre bioclimática como F. Javier Neila, que afirma:



"O modo bioclimático de acumulação de energia ótima é a utilização da massa do edifício, otimizando assim o investimento de construção, a massa térmica do edifício será o destino de acumulação, e inércia térmica sua consequência" (Neila, 2004)

Isto coincide com a impressão repetida pelos atuais habitantes destas casas tradicionais, assim como Antonio, morador calle Nogal de Famoselle diz, como todos os entrevistados durante o trabalho de campo na zona que:

"As casas de pedra são mais frescas no verão e mais quentes no inverno do que as novas, não deixando passar o calor em agosto nem o frio de janeiro"

Além disso, novos padrões de casas ecológicas como o **Passiv House** [1] já oferecem este tipo de adaptações com base em recintos captadores de grande massas para latitudes mais temperadas como podemos ver no edifício residencial Salvatierra, único projeto francês do projecto europeu de Cepheus [2], aprovado com o selo da Casa Passiva (Passivhaus) que se obtém com a inércia do 50 centímetros de adobe o conforto ideal no inverno e no verão (ver ANEXO I)

Finalmente, um estudo publicado recentemente comparando nove compartimentos, tendo em conta as variáveis mencionadas, preparado seguindo os métodos de cálculo do regulamento UNE-EN-ISO específica para cada um dos elementos estudados, mostra que a solução convencional atual é a menos eficiente de todos os estudados para a operação bioclimática (**Corominas, 2012**). (ver ANEXO II)

Portanto, segundo as conclusões extraídas pelos peritos em bioclimática, as publicações académicas e especializadas e as novas normas europeias em vivenda passiva são as mesmas obtidas pela arquitetura tradicional, por evolução e adaptação (como se refere mais a frente), sendo essencial uma mudança de paradigma na compreensão dos recintos na península.



2. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

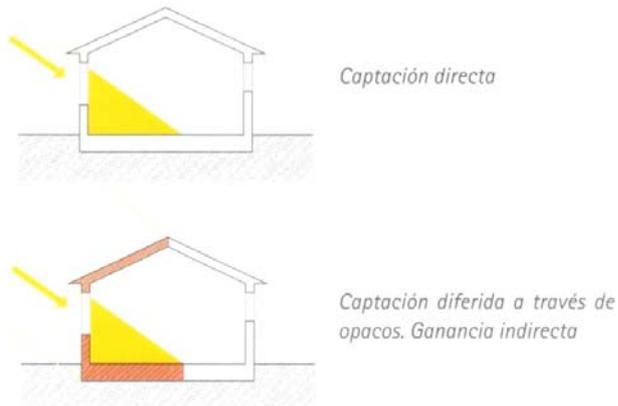


Figura 1 Sistema de coleta de energia solar passiva

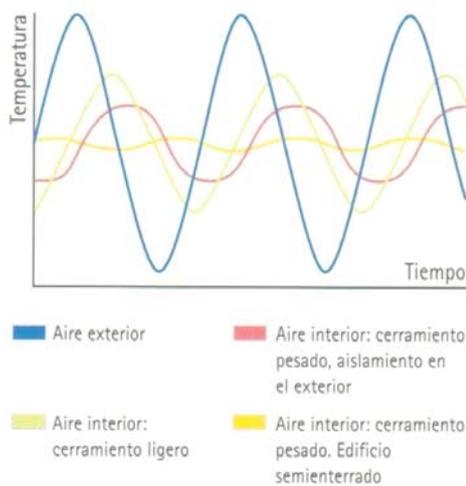


Figura 2 Efeito da inércia térmica diferentes configurações construtivas ao longo de períodos diários.

Uma construção a partir do ponto de vista energético é considerado um sistema no qual existem os fluxos de ganhos de energia e as perdas.

Os rendimentos podem ser através das lacunas, capturando o envelope ou dispositivos internos.

As perdas serão por condução através das paredes opacas ou transparentes, mas acima de tudo, pela necessária renovação do ar.

Isolamento capacitivo por inércia, ou utilização de materiais de calor de alta capacidade que diminuem o fluxo de calor a acumular-se nos mesmos parte deste.



3. PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICAS FÍSICA

Sistemas de aquisição diferidos e armazenamento térmico através de encerramento de grande massa térmica transmitem parte do calor o interior da construção com um certo atraso e devolve parte dessa energia ao exterior.

A inércia térmica é a capacidade de um item para manter e devolver energia térmica e as características termo físicas dos materiais que o compõem. (ver ANEXO III)

- Capacidade térmica de um elemento

$$C = mci = (V \rho) ci = S (e \rho) ci$$

C = calor armazenado por grau de diferença de temperatura

ci = calor específico

V = volume m = massa

ρ = densidade

S = superfície

e = espessura

- Coeficiente de estabilidade térmica

O coeficiente de estabilidade térmica relaciona a amplitude térmica no exterior com o interior de um edifício.

Os elevados valores de inércia térmica permitem alcançar os objetivos mais desejados do edifício como a estabilidade térmica.

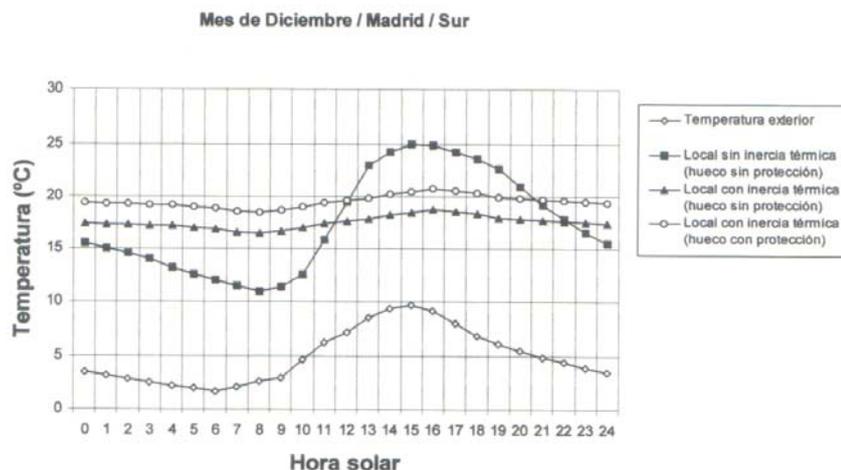


Figura 3 Exemplo de inércia térmica na evolução da



Temperatura interior no inverno

- Amortecimento

Percentagem de calor absorvido pela parede que é devolvido para o exterior.

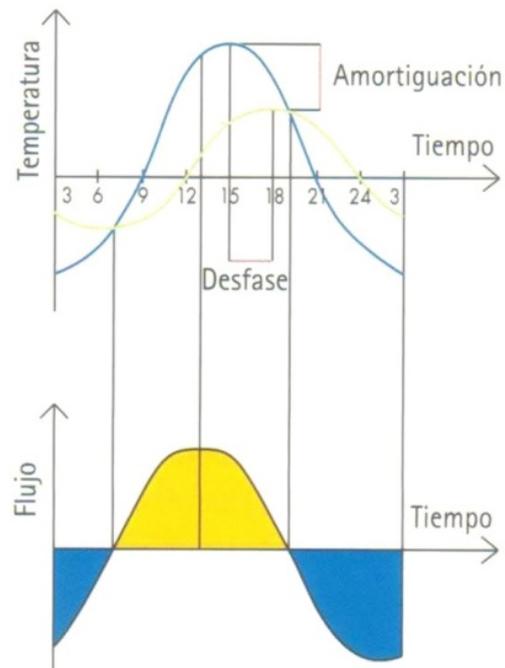


Figura 4 Efeito da inércia térmica, de amortecimento e lacuna de onda térmica

- Deslocamento da onda de calor

O tempo necessário para o calor de penetrar a partir do exterior para o interior de um invólucro.

- Difusividade térmica (K)

A difusividade térmica é o parâmetro que mede a velocidade de aquecimento de um material e depende da condutividade térmica (k) e a sua inércia.

$$K = \frac{k}{\rho c}$$



O granito e ardósia utilizada na arquitetura tradicional da região têm alta difusividade, cumprindo a função da face externa de absorver radiação solar que incide sobre ele, que somado ao baixo albedo do acabamento converte no muro captador.

- **Efusividade térmica (b)**

Mede a capacidade efetiva dos materiais de armazenamento de calor, tanto de pedra como o barro tem elevada efusividade, como se pode observar os termografias junto ao barro e as juntas do muro ao ter baixa condutividade baixa e portanto, a baixa difusividade, armazena e mantém mais tempo a energia solar captada pelo granito.

$$b = \sqrt{\rho c_i k}$$

4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDO

O ponto de partida é a combinação do clima local e materiais locais. O objetivo são ferramentas de desenho adaptado.

Posto isto é necessário para construir uma arquitetura eficiente e adaptada a latitude peninsular utilizar com o encerramento que contemplam o isolamento capacitivo. Estes seriam os parâmetros para ter em conta.

- **Cor e acabamento do exterior**

O grande albedo funcionaria como isolamento reflexivo para compensar o superaquecimento em áreas de climas mais cálidos dentro da península como o Mediterrâneo.

A superfície da camada exterior deve ter materiais difusivos para capturar a energia em ambos os climas tanto Continental como Atlântico.

- **Orientação e disposição do elemento**

- **Capacidade de armazenamento do elemento**

Efeito bateria térmico



Em muros de um só material:

- A espessura.

Em paredes multicamadas:

-As diferentes espessuras e materiais dessas camadas e a ordem de colocação interior-exterior, incluindo acabamentos.

-Superfície de troca de diferentes materiais difusivo-efusivas.

-Volume de material efusivo em m²

-A qualidade respirável

5. LOCAIS RECOMENDADOS

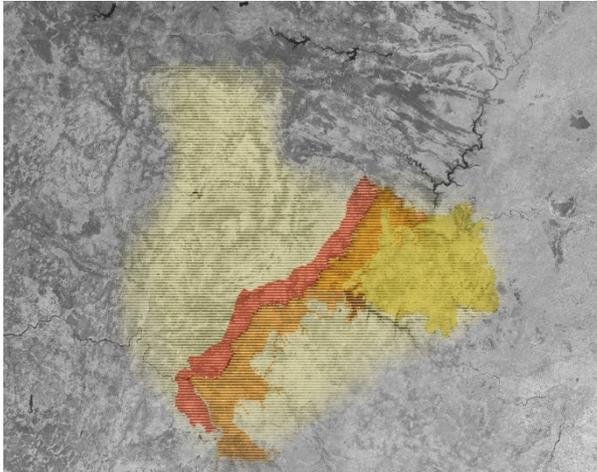
Recomendado o revestimento com o tipo de isolamento capacitivo, em geral, em climas temperados com grande amplitude de temperatura durante as vinte e quatro horas por dia.

Em lugares onde os verões são muito quentes se evitará o superaquecimento com muros vegetais protetores de folha caduca, acaba o elevado albedo o elemento de proteção solar sazonal.

O mais adequado para os ganhos de energia na fachada sul, que recebe mais horas de sol no inverno que no verão.



6. ESTUDO DE CASO



O trabalho de campo consistiu numa visita a 80 localidades da área em estudo:

Área de estudo: região transfronteiriça Natural do Douro Internacional, Parque Natural Douro Park e Arribes Natural Montesinho.

-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha

-Espanha: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero.

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português
- Microclima Mediterrânico – região do Douro
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca

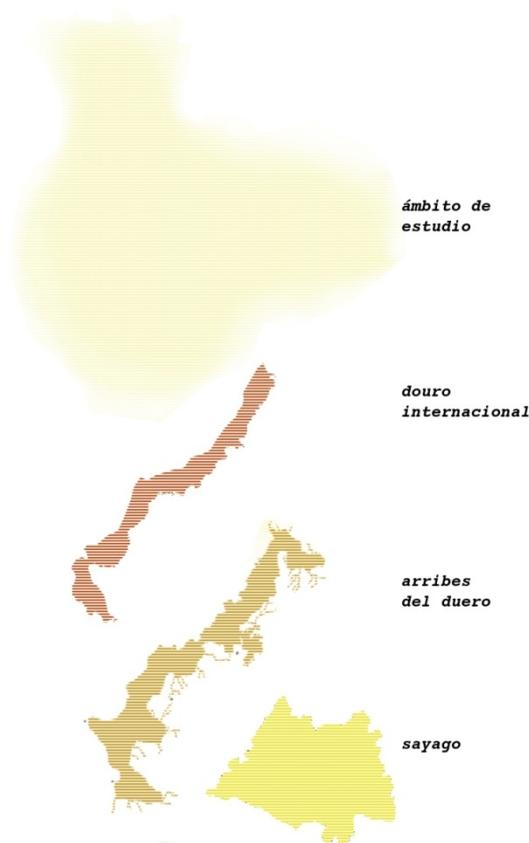


Figura 5 Àmbito



6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na área em estudo foram encontrados muros de alta inércia, todas as tipologias tradicionais que existentes, sem encontrar nenhum exemplo de experiência tradicional com base no isolamento resistivos ou reflexivo.



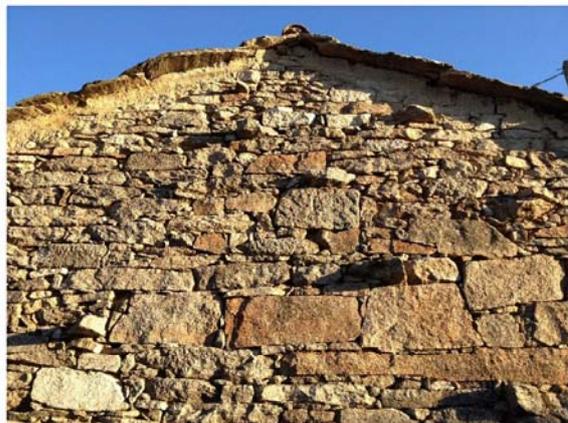
Figura 6 Mapa da implantação de muros de inércia sensor de acumulador

Detalhe fotográfico geolocalizado correspondente às referências que aparecem em el **Mapa de Implantação** deste sistema.

Inclui termogramas representando alguns dos muros, recolhidos em diferentes momentos durante o estudo.



Lon: 6° 6.31' 0.00" Lat: 41° 28.24' 0.00" Alt: 754.0000 msm



Lon: 6° 2.97' 0.00" Lat: 41° 31.24' 0.00" Alt: 787.0000 msm



Lon: 6° 2.94' 0.00" Lat: 41° 31.31' 0.00" Alt: 776.0000 msm



Lon: 6° 30.18' 0.00" Lat: 41° 23.42' 0.00" Alt: 695.0000 msm



Lon: 6° 22.79' 0.00" Lat: 41° 32.85' 0.00" Alt: 729.0000 msm



Lon: 6° 22.07' 0.00" Lat: 41° 24.03' 0.00" Alt: 641.0000 msm





Lon: 6° 3.94' 0.00" Lat: 41° 27.07' 0.00" Alt: 773.0000 msm



Lon: 6° 23.83' 0.00" Lat: 41° 19.05' 0.00" Alt: 686.0000 msm



Lon: 6° 16.49' 0.00" Lat: 41° 25.21' 0.00" Alt: 709.0000 msm



Lon: 6° 16.50' 0.00" Lat: 41° 25.23' 0.00" Alt: 732.0000 msm



Lon: 6° 16.50' 0.00" Lat: 41° 25.13' 0.00" Alt: 737.0000 msm



Lon: 6° 16.26' 0.00" Lat: 41° 25.25' 0.00" Alt: 731.0000 msm



Lon: 6° 6.04' 0.00" Lat: 41° 28.40' 0.00" Alt: 714.0000 msm



Lon: 6° 6.10' 0.00" Lat: 41° 28.37' 0.00" Alt: 745.0000 msm



Lon: 6° 33.86' 0.00" Lat: 41° 19.35' 0.00" Alt: 751.0000 msm



Lon: 6° 33.65' 0.00" Lat: 41° 17.83' 0.00" Alt: 681.0000 msm



Lon: 6° 33.85' 0.00" Lat: 41° 17.79' 0.00" Alt: 695.0000 msm



Lon: 6° 35.09' 0.00" Lat: 41° 16.84' 0.00" Alt: 708.0000 msm



Lon: 5° 52.62' 0.00" Lat: 41° 24.97' 0.00" Alt: 756.0000 msm



Lon: 6° 48.33' 0.00" Lat: 41° 5.57' 0.00" Alt: 457.0000 msm



Lon: 6° 48.24' 0.00" Lat: 41° 5.53' 0.00" Alt: 465.0000 msm



Lon: 6° 57.60' 0.00" Lat: 41° 43.23' 0.00" Alt: 740.0000 msm



Lon: 6° 10.91' 0.00" Lat: 41° 32.24' 0.00" Alt: 780.0000 msm



Lon: 6° 25.64' 0.00" Lat: 41° 23.18' 0.00" Alt: 714.0000 msm



Lon: 6° 28.08' 0.00" Lat: 41° 20.77' 0.00" Alt: 704.0000 msm



Lon: 6° 28.09' 0.00" Lat: 41° 20.78' 0.00" Alt: 706.0000 msm



Lon: 6° 26.73' 0.00" Lat: 41° 27.59' 0.00" Alt: 715.0000 msm



Lon: 6° 21.29' 0.00" Lat: 41° 28.37' 0.00" Alt: 706.0000 msm





Lon: 6° 42.63' 0.00" Lat: 40° 51.03' 0.00" Alt: 671.0000 msm



Lon: 6° 44.90' 0.00" Lat: 40° 52.36' 0.00" Alt: 653.0000 msm



Lon: 6° 44.89' 0.00" Lat: 40° 52.37' 0.00" Alt: 634.0000 msm



Lon: 6° 44.97' 0.00" Lat: 40° 54.58' 0.00" Alt: 667.0000 msm



Lon: 6° 26.29' 0.00" Lat: 41° 12.96' 0.00" Alt: 756.0000 msm



Lon: 6° 37.50' 0.00" Lat: 41° 15.93' 0.00" Alt: 629.0000 msm





Lon: 6° 43.14' 0.00" Lat: 41° 20.32' 0.00" Alt: 757.0000 msm



Lon: 5° 52.58' 0.00" Lat: 41° 24.97' 0.00" Alt: 772.0000 msm



Lon: 5° 52.58' 0.00" Lat: 41° 24.97' 0.00" Alt: 772.0000 msm



Lon: 5° 52.50' 0.00" Lat: 41° 24.97' 0.00" Alt: 770.0000 msm



Lon: 6° 57.62' 0.00" Lat: 41° 43.21' 0.00" Alt: 739.0000 msm



Lon: 6° 20.97' 0.00" Lat: 41° 38.49' 0.00" Alt: 725.0000 msm





Lon: 6° 16.36' 0.00" Lat: 41° 37.51' 0.00" Alt: 803.0000 msm



Lon: 6° 10.73' 0.00" Lat: 41° 32.26' 0.00" Alt: 763.0000 msm



Lon: 6° 11.01' 0.00" Lat: 41° 32.23' 0.00" Alt: 763.0000 msm



Lon: 6° 15.38' 0.00" Lat: 41° 27.01' 0.00" Alt: 679.0000 msm



Lon: 6° 26.16' 0.00" Lat: 41° 0.49' 0.00" Alt: 779.0000 msm



Lon: 6° 26.17' 0.00" Lat: 41° 0.50' 0.00" Alt: 778.0000 msm



Lon: 6° 44.97' 0.00" Lat: 40° 54.58' 0.00" Alt: 667.0000 msm



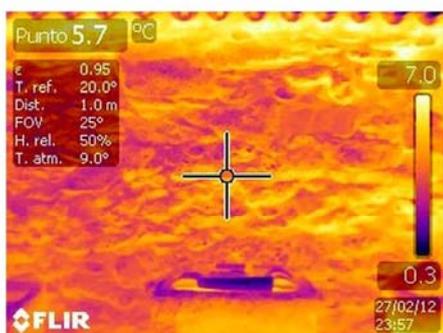
Lon: 6° 23.58' 0.00" Lat: 41° 19.02' 0.00" Alt: 711.0000 msm



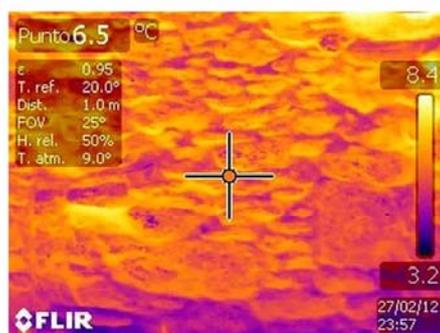
Lon: 6° 23.58' 0.00" Lat: 41° 19.02' 0.00" Alt: 706.0000 msm



Lon: 6° 15.91' 0.00" Lat: 41° 34.88' 0.00" Alt: 769.0000 msm



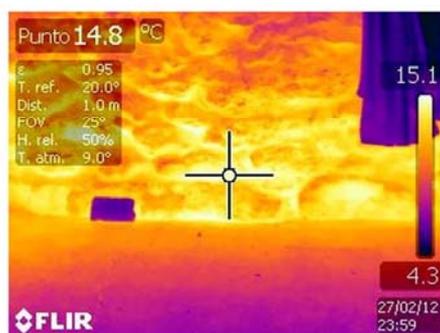
Lon: Lat: Alt: msm



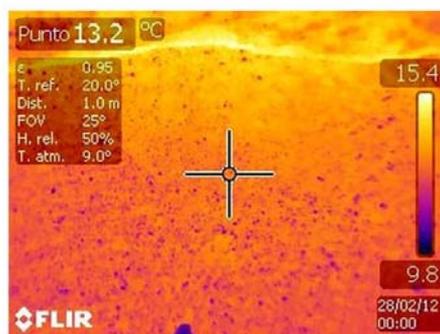
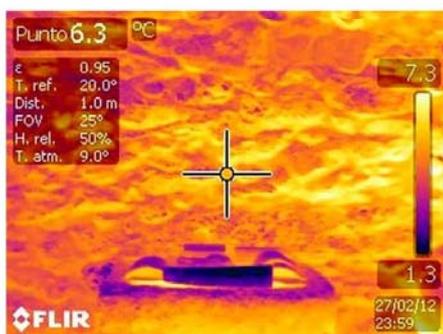
Lon: Lat: Alt: msm

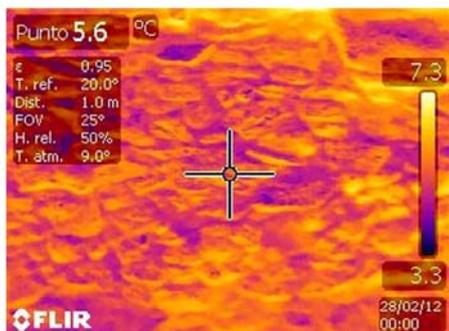


Lon: Lat: Alt: msm

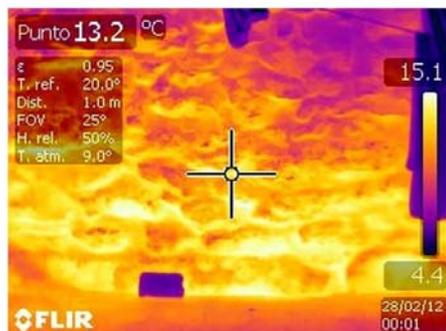


Lon: Lat: Alt: msm

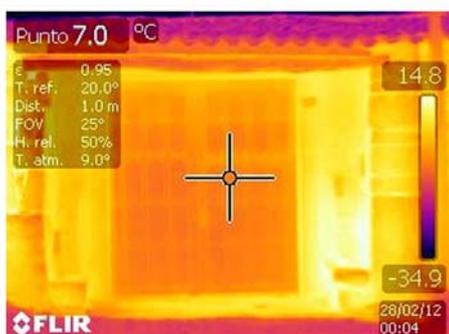




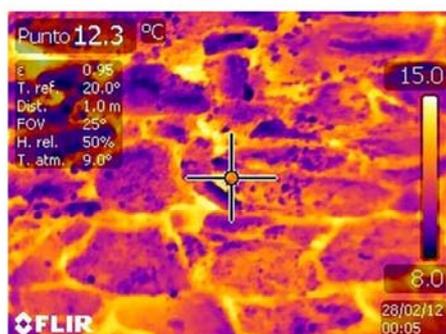
Lon: Lat: Alt: msm



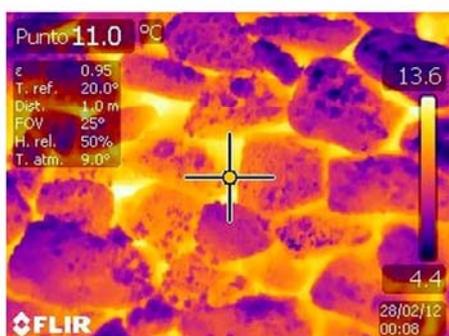
Lon: Lat: Alt: msm



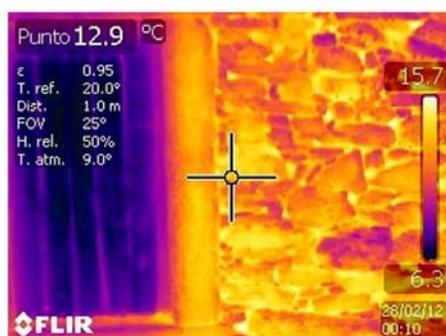
Lon: Lat: Alt: msm



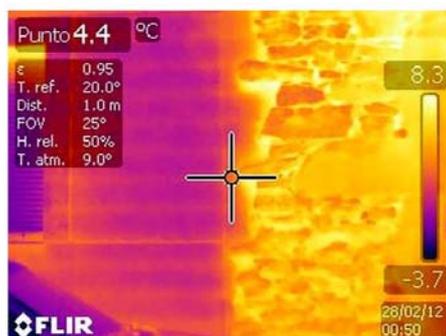
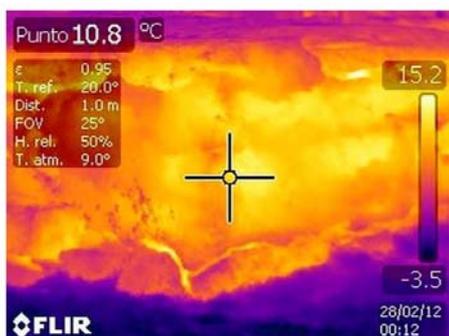
Lon: Lat: Alt: msm

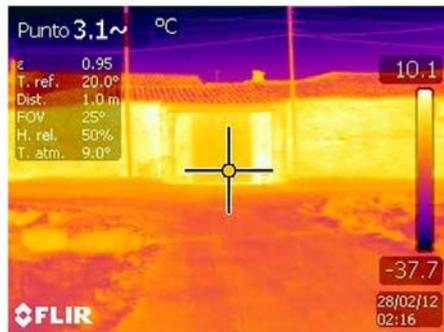


Lon: Lat: Alt: msm



Lon: Lat: Alt: msm





Lon: Lat: Alt: msm



Lon: Lat: Alt: msm



6.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

El sistema climático de muros de inercia Captador-Acumulador presenta particularidades de adaptación climática em diferentes zonas:

- Baterias térmicas no interior (mediano de adobe)
- Muros ligeiros (estrutura de madeira e barro)
- Alta albedo (paredes rebocadas de cal)

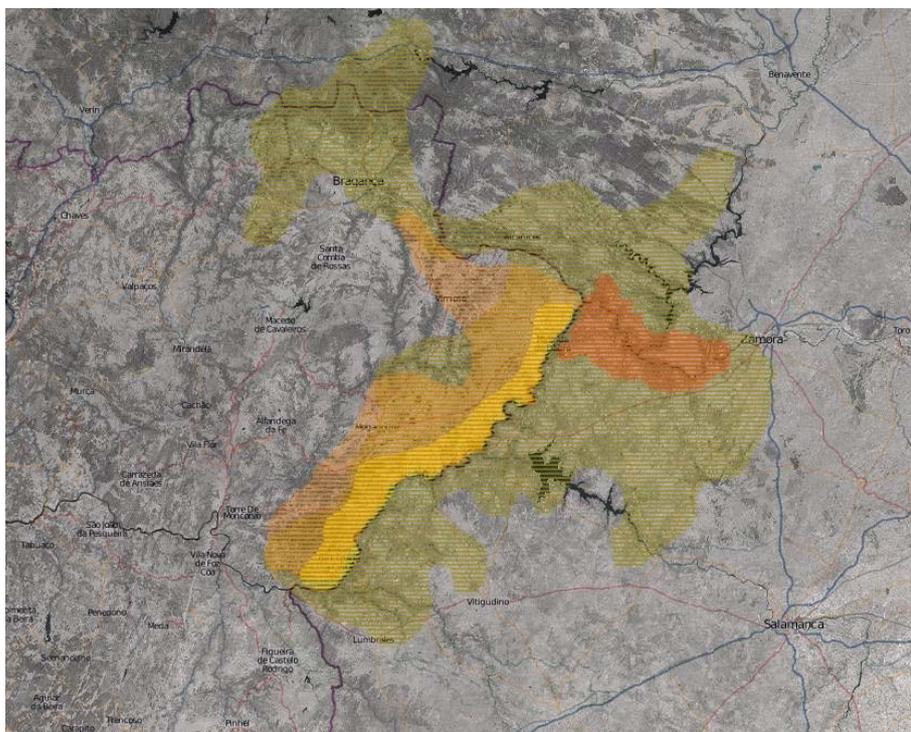


Figura 7 Mapa de implantação –zonas da solução com muro de inercia





Baterias térmicas no interior (mediano de adobe)

Foram observadas separações e os muros interiores de alta capacidade de de armazenamento térmico, vinculadas as zonas climáticas mais extremas, em concreto da zona de Sayago, com invernos rigorosos. Estas medianas funcionam a modo de baterias térmicas.

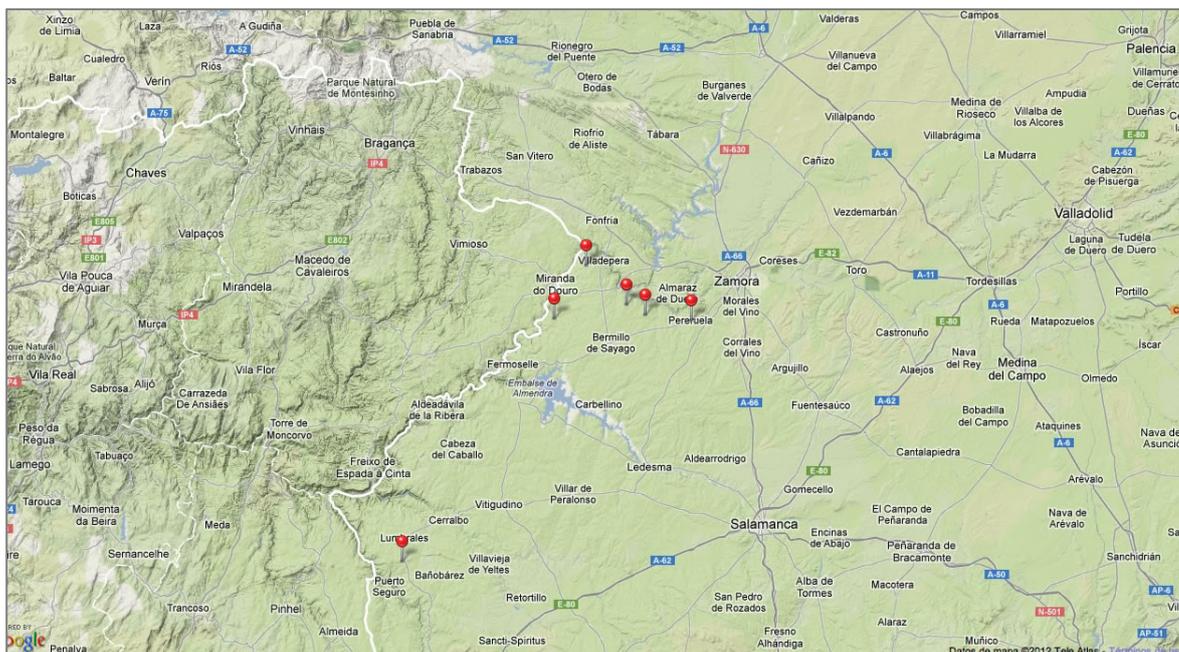


Figura 8 Mapa de implantação – baterias térmicas interiores





Lon: 6° 3.89' 0.00" Lat: 41° 27.07' 0.00" Alt: 768.0000 msm



Lon: 6° 3.90' 0.00" Lat: 41° 27.07' 0.00" Alt: 765.0000 msm



Lon: 6° 16.49' 0.00" Lat: 41° 25.22' 0.00" Alt: 723.0000 msm



Lon: 6° 3.71' 0.00" Lat: 41° 26.90' 0.00" Alt: 794.0000 msm



Lon: 6° 6.01' 0.00" Lat: 41° 28.18' 0.00" Alt: 742.0000 msm



Lon: 6° 6.01' 0.00" Lat: 41° 28.41' 0.00" Alt: 710.0000 msm



Lon: 6° 0.58' 0.00" Lat: 41° 25.72' 0.00" Alt: 768.0000 msm



Lon: 6° 0.57' 0.00" Lat: 41° 25.72' 0.00" Alt: 764.0000 msm



Lon: 5° 52.50' 0.00" Lat: 41° 24.97' 0.00" Alt: 770.0000 msm



Lon: 6° 10.73' 0.00" Lat: 41° 32.26' 0.00" Alt: 764.0000 msm



Lon: 6° 11.01' 0.00" Lat: 41° 32.23' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 10.91' 0.00" Lat: 41° 32.20' 0.00" Alt: 758.0000 msm



Lon: 6° 10.99' 0.00" Lat: 41° 32.13' 0.00" Alt: 767.0000 msm



Lon: 6° 43.20' 0.00" Lat: 40° 52.99' 0.00" Alt: 634.0000 msm



Muros ligeiros (estrutura de madeira e barro)

A diferencia das baterias térmicas interiores, em zonas climáticas de invernos menos severos, associadas ao clima mediterrâneo do Parque Douro Internacional, aparecem partições interiores e muros de revestimentos ligeiros a base de estrutura de madeira e barro, que se constituem em muros multicamadas com isolamento resistivo. Em situações de revestimento aparecem vinculados a galerias orientadas a sul em plantas superiores.

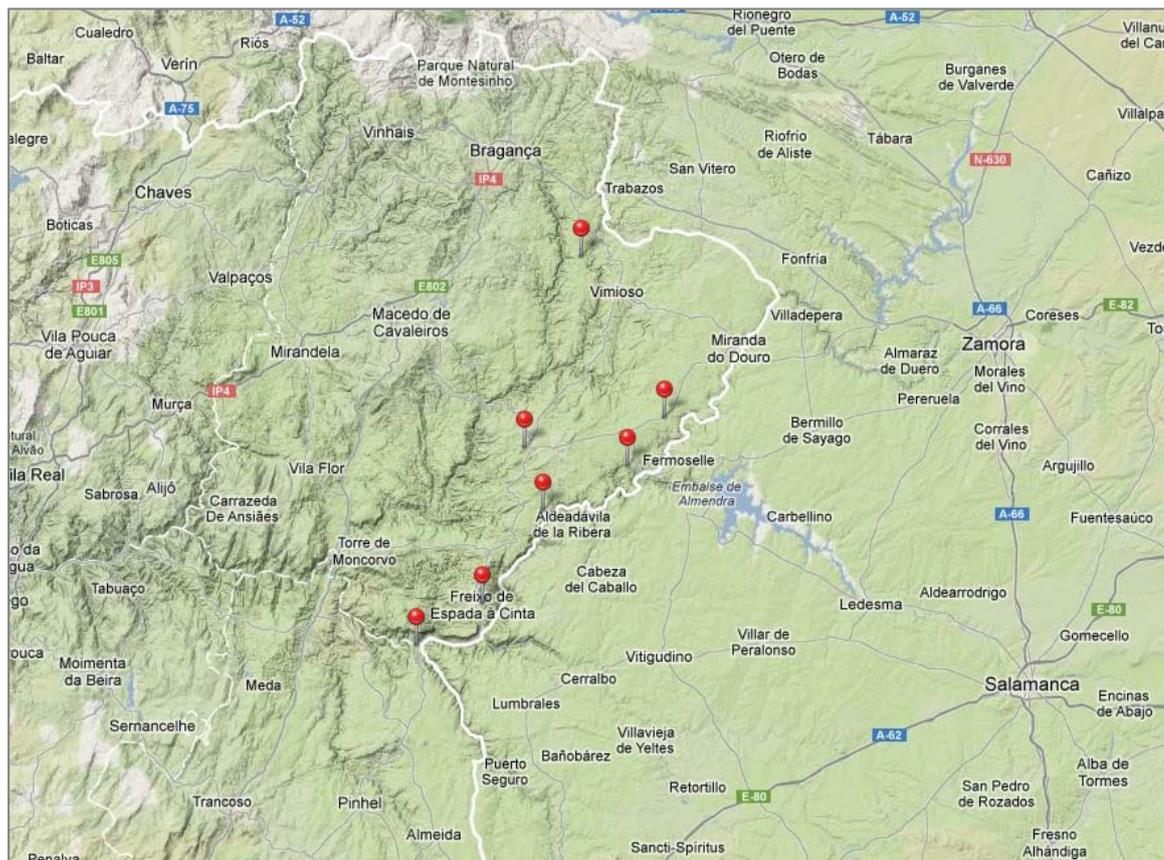


Figura 9 Mapa de implantação – Muros ligeiros -



Lon: 6° 43.04' 0.00" Lat: 41° 20.39' 0.00" Alt: 748.0000 msm



Lon: 6° 43.04' 0.00" Lat: 41° 20.39' 0.00" Alt: 748.0000 msm



Lon: 6° 36.06' 0.00" Lat: 41° 38.41' 0.00" Alt: 677.0000 msm



Lon: 6° 36.06' 0.00" Lat: 41° 38.41' 0.00" Alt: 679.0000 msm



Lon: 6° 36.06' 0.00" Lat: 41° 38.41' 0.00" Alt: 679.0000 msm



Lon: 6° 36.05' 0.00" Lat: 41° 38.41' 0.00" Alt: 684.0000 msm



Lon: 6° 30.18' 0.00" Lat: 41° 18.68' 0.00" Alt: 722.0000 msm



Lon: 6° 30.17' 0.00" Lat: 41° 18.68' 0.00" Alt: 720.0000 msm



Lon: 6° 48.31' 0.00" Lat: 41° 5.57' 0.00" Alt: 458.0000 msm



Lon: 6° 48.31' 0.00" Lat: 41° 5.57' 0.00" Alt: 459.0000 msm



Lon: 6° 48.28' 0.00" Lat: 41° 5.52' 0.00" Alt: 467.0000 msm



Lon: 6° 48.29' 0.00" Lat: 41° 5.58' 0.00" Alt: 469.0000 msm



Lon: 6° 48.34' 0.00" Lat: 41° 5.57' 0.00" Alt: 465.0000 msm



Lon: 6° 56.54' 0.00" Lat: 41° 1.65' 0.00" Alt: 143.0000 msm



Lon: 6° 56.54' 0.00" Lat: 41° 1.65' 0.00" Alt: 141.0000 msm



Lon: 6° 25.60' 0.00" Lat: 41° 23.17' 0.00" Alt: 717.0000 msm



Lon: 6° 25.61' 0.00" Lat: 41° 23.18' 0.00" Alt: 729.0000 msm



Lon: 6° 40.73' 0.00" Lat: 41° 14.40' 0.00" Alt: 681.0000 msm



Lon: 6° 40.73' 0.00" Lat: 41° 14.38' 0.00" Alt: 673.0000 msm



Lon: 6° 43.05' 0.00" Lat: 41° 20.38' 0.00" Alt: 749.0000 msm



Alta albedo (paredes rebocadas de cal)

Na área de microclima do Mediterrâneo, desta vez em ambos os lados do rio Douro (Arribes de Duero e Douro Internacional), existem soluções que valorizam o albedo mediante acabamentos que reflexão a radiação solar.

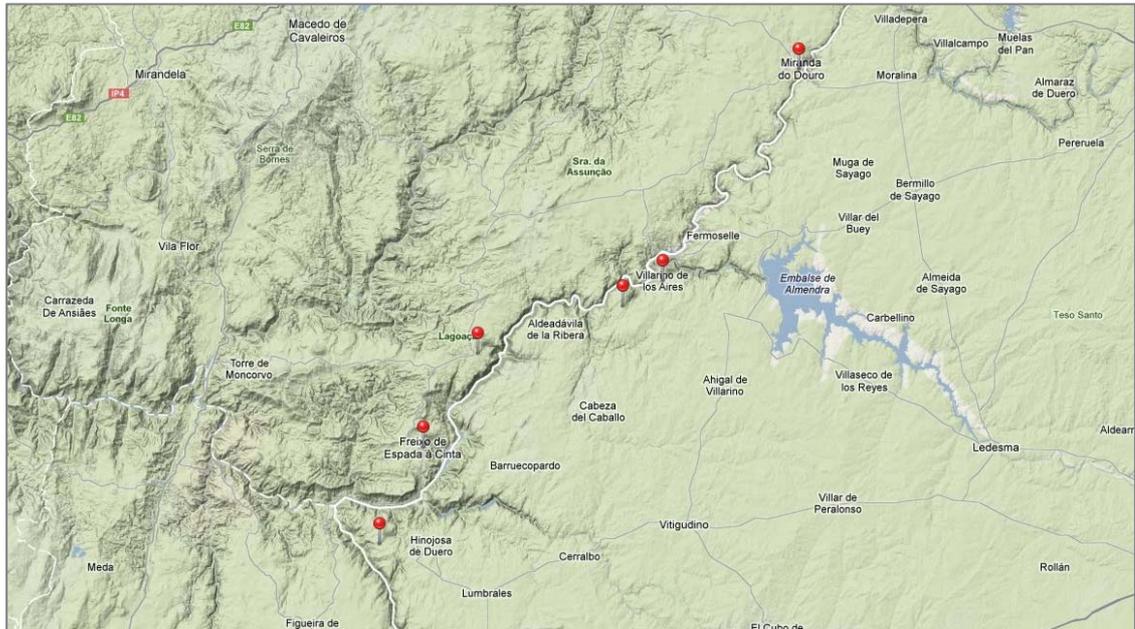


Figura 10 Mapa da implantação - Alta albedo



Lon: 6° 16.49' 0.00" Lat: 41° 29.61' 0.00" Alt: 684.0000 msm



Lon: 6° 16.51' 0.00" Lat: 41° 29.61' 0.00" Alt: 655.0000 msm



Lon: 6° 16.53' 0.00" Lat: 41° 29.66' 0.00" Alt: 681.0000 msm



Lon: 6° 16.53' 0.00" Lat: 41° 29.67' 0.00" Alt: 667.0000 msm



Lon: 6° 16.53' 0.00" Lat: 41° 29.69' 0.00" Alt: 656.0000 msm



Lon: 6° 43.77' 0.00" Lat: 41° 11.57' 0.00" Alt: 700.0000 msm



Lon: 6° 43.79' 0.00" Lat: 41° 11.57' 0.00" Alt: 701.0000 msm



Lon: 6° 43.78' 0.00" Lat: 41° 11.55' 0.00" Alt: 713.0000 msm



Lon: 6° 43.78' 0.00" Lat: 41° 11.53' 0.00" Alt: 722.0000 msm



Lon: 6° 43.76' 0.00" Lat: 41° 11.57' 0.00" Alt: 711.0000 msm



Lon: 6° 43.77' 0.00" Lat: 41° 11.55' 0.00" Alt: 706.0000 msm



Lon: 6° 43.75' 0.00" Lat: 41° 11.62' 0.00" Alt: 710.0000 msm



Lon: 6° 48.35' 0.00" Lat: 41° 5.53' 0.00" Alt: 461.0000 msm



Lon: 6° 48.37' 0.00" Lat: 41° 5.52' 0.00" Alt: 449.0000 msm



Lon: 6° 48.39' 0.00" Lat: 41° 5.49' 0.00" Alt: 454.0000 msm



Lon: 6° 48.39' 0.00" Lat: 41° 5.39' 0.00" Alt: 466.0000 msm



Lon: 6° 48.29' 0.00" Lat: 41° 5.52' 0.00" Alt: 501.0000 msm



Lon: 6° 52.05' 0.00" Lat: 40° 59.30' 0.00" Alt: 549.0000 msm



Lon: 6° 52.07' 0.00" Lat: 40° 59.29' 0.00" Alt: 529.0000 msm



Lon: 6° 28.08' 0.00" Lat: 41° 16.19' 0.00" Alt: 597.0000 msm



Lon: 6° 31.50' 0.00" Lat: 41° 14.56' 0.00" Alt: 698.0000 msm



7. APLICACIÓN EN ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

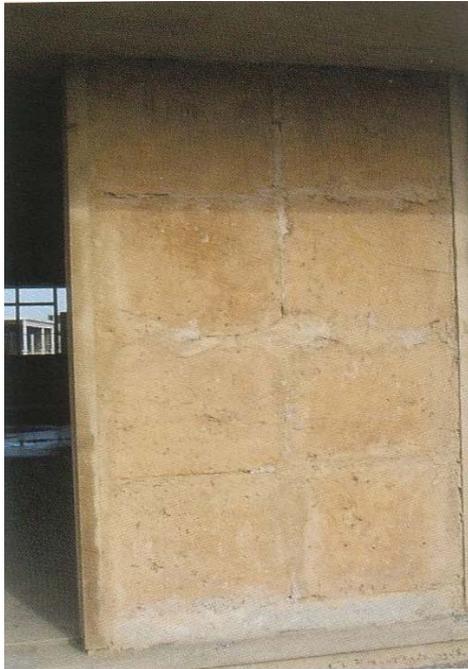


Figura 11 Muro de adobe prefabricado de 50 cm no edificio Savatierra, Rennes, Francia

O edifício residencial Salvatierra, situado em Rennes, único projecto francês do projecto europeu Cepheus está avalado com o selo de moradia pasiva Passivhaus e consegue graças à inércia de seu muro de 50 centímetros de adobe o confort optimo em inverno e em verão.

O arquitecto Jean-Yves Barrier projectou na fachada sul este muro de inércia captador que capta e armazena a energia solar de maneira pasiva.

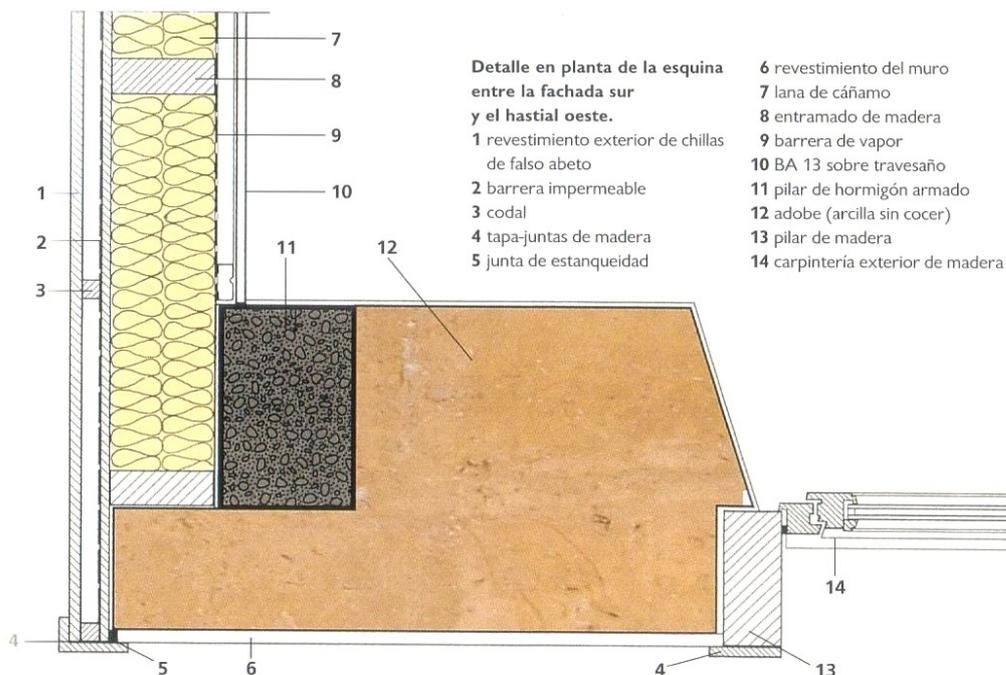


Figura 12 Detalhe da construção. Savatierra, Rennes, Francia



Referências

Ramon Moliner, Fernando: *"suor, roupa e arquiteturas"* H. Blume Edições, Barcelona, 1980

Pararadera Yanez, Guillermo: *"Arquitectura Solar.Aspectos de iluminación passiva bioclimática e natural "*, Ministério da Construção e Desenvolvimento Urbano, Madrid, 1988

Pararadera Yanez, Guillermo: *"arquitectura solar e iluminação natural"* Munilla-Leria, Madrid, 2008

Neila Gonzalez, F. Javier: *"arquitectura bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria, Madrid 2004

Corominas, Jordi: *"A comparação das características térmicas dos nove gabinetes"* Ecohousing n ° 33 Teruel 2012

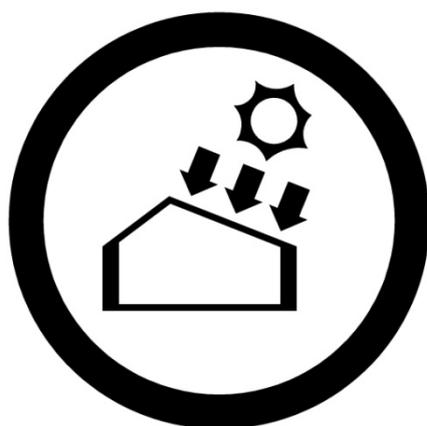
Menendez Granados, Helen: *"Princípios e estratégias bioclimáticas de projeto em arquitetura e urbanismo.03. Eficiência energética do Conselho "Superior de Colégios de Arquitectos de Espanha, 2006.*

Gauzin-Muller, Dominique, *"Arquitectura Ecológica"* Gustavo Gili, Barcelona, 2002.

Notas

[1] A norma Passivhaus para el centro de Europa requiere que o edifício cumpre com os seguintes requisitos: O edifício deve estar desenhado para ter uma procura anual de aquecimento não mais de 15 Kw/m² por ano e o consumo total não deve ser superior a 120 kWh / m² por ano.

[2] No marco do Thermie Europeu projeto piloto Cepheus realizado entre 1999 e 2001, 250 viviendas individuais e coletivas passivas em cinco países europeus.



Coberta activa captadora

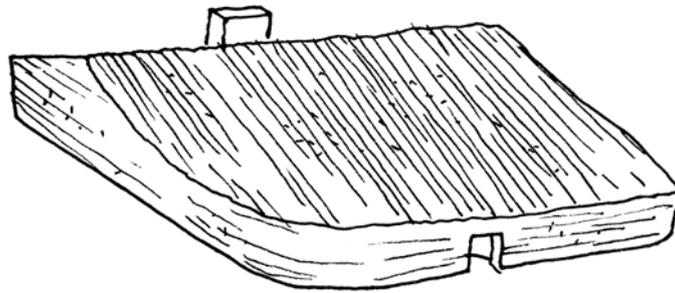




1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

"Os telhados de telhas, bem conhecido e apreciado pela arquitetura tradicional [...] tem uma grande capacidade de armazenamento de calor e são permeáveis ao ar, respiram, podem considerar-se também, desde do ponto de vista da Física aplicada, que é possível a utilizá-las como absorvedores solares "

Pierre Robert sabady
Solar Arquitetura, 1981



A maior parte da radiação solar numa vivenda incidente sobre a sua cobertura. Estima-se que, em média, cerca de 1 kWh atinja cada metro quadrado. Arquitetura tradicional tem criado soluções para aproveitar esta situação, que podemos observar tanto na forma do telhado, como na sua superfície, na inclinação, acabamento e nos espaços regulados em baixo.

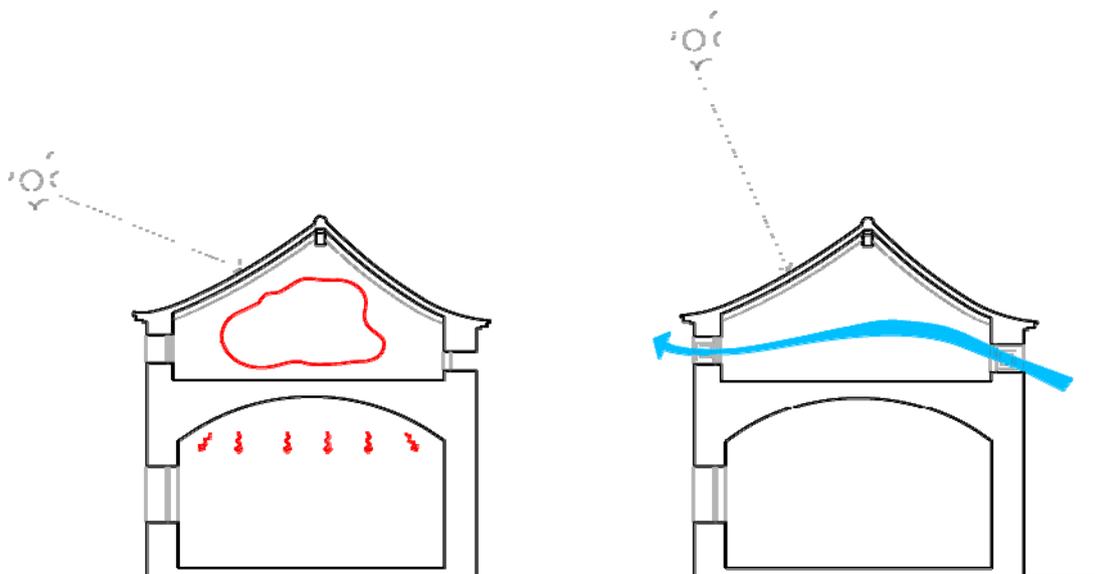
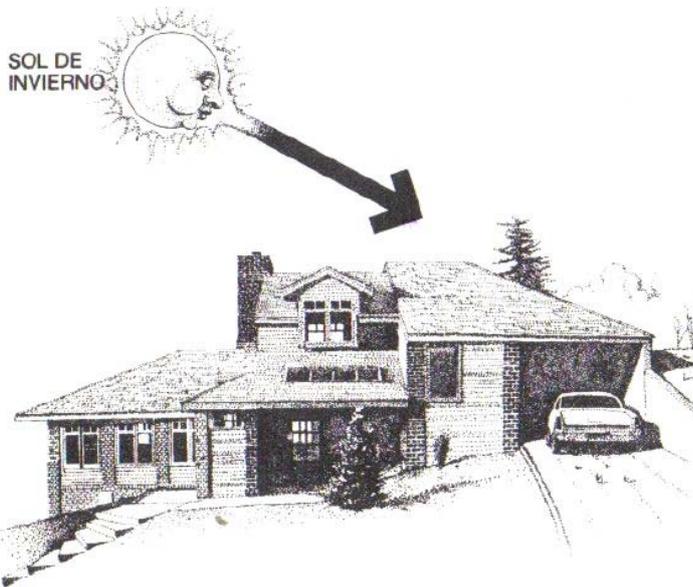
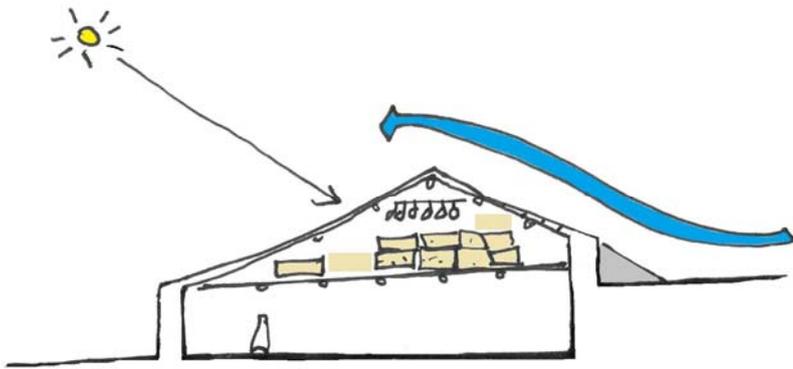


Figura 1 Secção de coberturas reversíveis que permitem captar no inverno e ventilar no verão



Na arquitetura tradicional da área em estudo foi encontrada uma diferença relevante nas vertentes das coberturas de acordo com sua orientação e da aresta norte reavaliada. Tal proporciona a maior exposição de superfície para o sul e uma pequena na sombra.

Esta diferenciação na arquitetura popular pode ser encontrada na arquitetura solar contemporânea, assim Edward Mazria no seu livro O Livro de passivos projetistas solares aconselhados a:

"O edifício deve conformar-se de modo que sua face norte desapareça sob a inclinação do teto [...] Diminuindo a altura exposta da parede norte, encurtado a sombra produzida no inverno pelo edifício [...] Se se inclina a vertente norte do telhado, com um ângulo semelhante ao do sol ao meio-dia, a sombra projetada pelo edifício no inverno reduz-se."

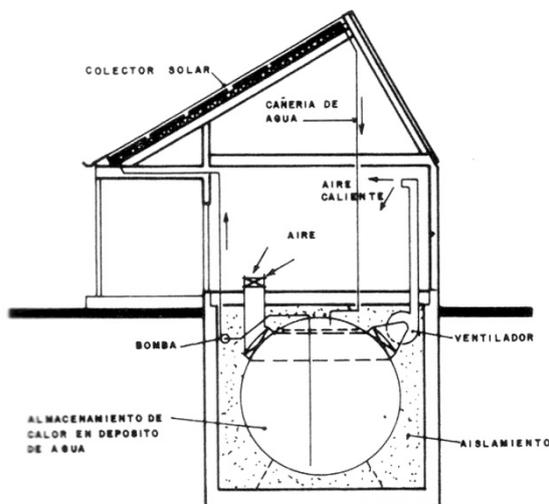


Figura 2 1. Seção da cobertura em Abelón de Sayago 2. Exemplo de vivenda solar Edward Mazria 3. Casa solar nº1 del M.I.T. (1939)



Por Normalmente, os espaços baixos da cobertura encontrados foram tradicionalmente utilizados para armazenar feno no inverno, o que implica proteger volumes de isolamento da habitação.

Ao mesmo tempo, que captam a radiação solar, o tiro da chaminé, ao atravessar por este espaço, torna-se quente, o calor é distribuído pela casa.

Este espaço, em Zamora e Salamanca têm o nome "sobrão" serve como sala de secagem de enchidos e outros produtos agrícolas.

Enquanto isso, no verão, a abertura de conexões da vivenda, cria ventilação cruzada e efeito chaminé, gerando uma corrente que refresca a casa.

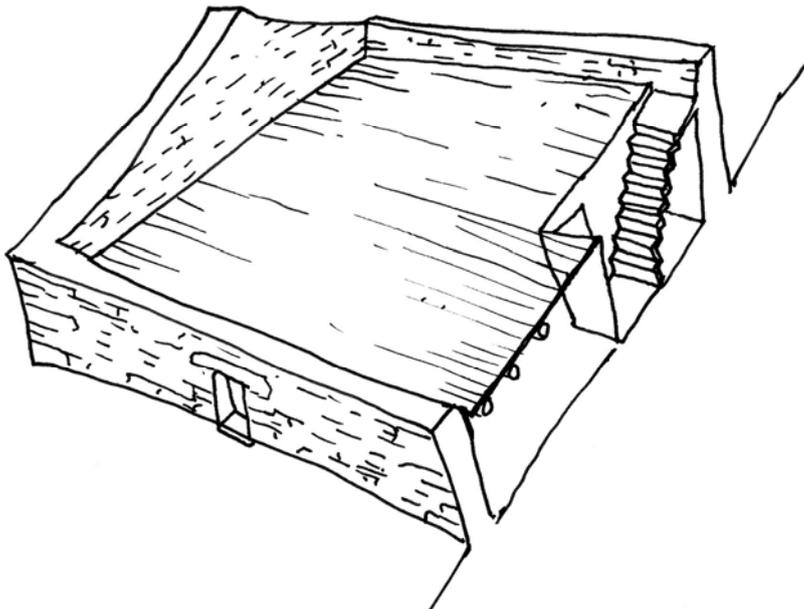


Figura 3 El sobrao: Espaço de baixo da cobertura da vivenda típica do Sayazo que serve guardar o alimento do gado no inverno.

Atualmente estes mesmos princípios físicos foram melhorados, sendo mais eficientes, as soluções podem ser parametrizadas e utilizadas na arquitetura contemporânea.



Podemos classificar as coberturas ativas captadoras em duas: média temperatura (até 100 °) e baixa temperatura.

O primeiro é baseado no efeito estufa e funcionam mediante **coletores solares**.

Os coletores solares térmicos (o heliotérmicos) utilizaram o princípio de estufa para captar a radiação (tampas de calor), e consiste basicamente num vidro colocado sobre um bastidor que contém uma superfície absorvente, uma camada isolante como meio de portador de calor que pode ser água, ar, óleo...

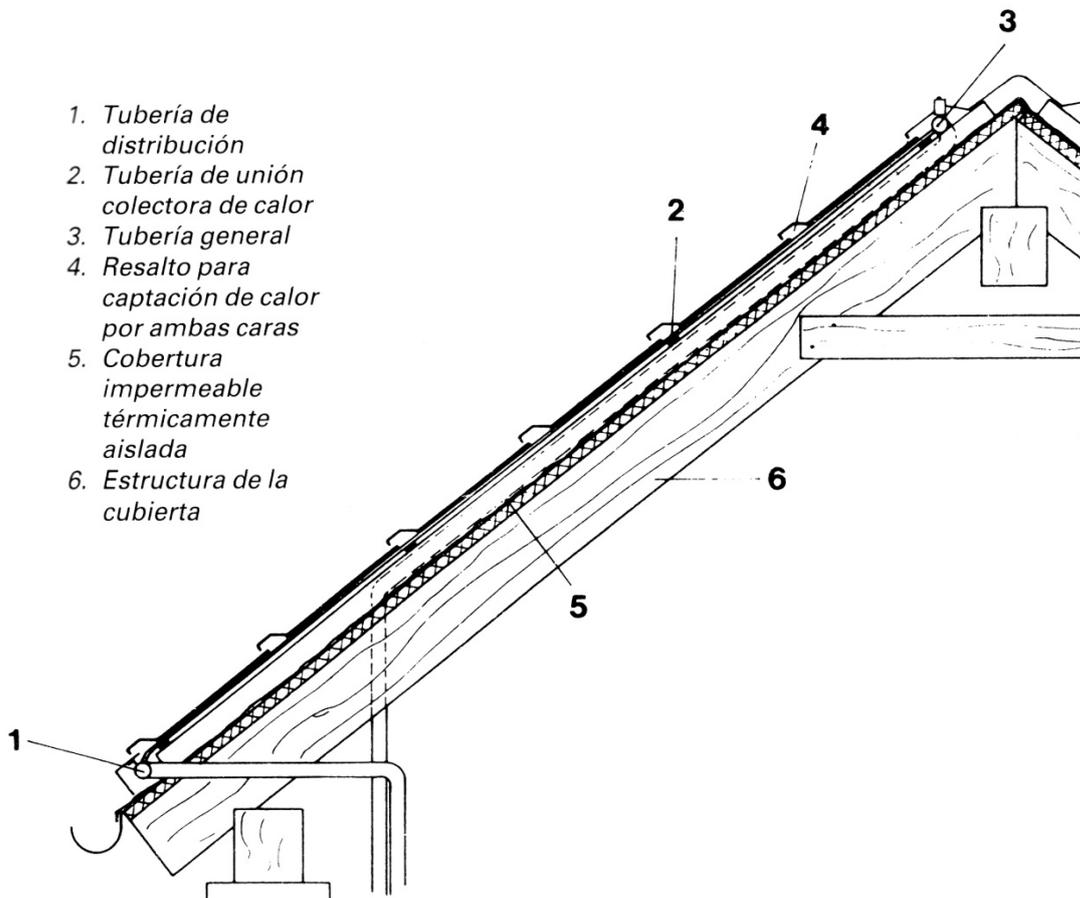
Os primeiros coletores solares de água instalam-se na Califórnia em 1929 e o desenho foi de McNeilledge Alexander, enquanto o primeiro coletor de ar George Löf usou-o em 1945.

Há outros coletores cujo funcionamento é baseado no efeito de estufa contudo não é uma cobertura transparente. Estes coletores se constroem com uma grande superfície como coberturas ou muros exteriores completos.

Estas coberturas de vidro sem proteção são feitas geralmente com vários metais ou plásticos. Segundo o método de fabricação e o material utilizados os corpos absorventes que podem ser divididos em quatro tipos:

- Chapas em contacto com os canos de água.
- Canais condutores de fluido integrados mediante a soldadura de duas chapas. Nesta solução, o calor é transferido diretamente da chapa ao fluido.
- Corpos ocios planos com uma superfície exterior captadora de calor e uma superfície interior em contacto com o líquido portador.
- Série de tubos instalados em superfícies de telhado.

Esta solução de baixa temperatura é onde se enquadram as coberturas tradicionais e para uma zona como a estuda se recomenda que a superfície captadora seja de material da zona como ardósia ou granito, em lugar da chapa.



1. Tubería de distribución
2. Tubería de unión colectora de calor
3. Tubería general
4. Resalto para captación de calor por ambas caras
5. Cobertura impermeable térmicamente aislada
6. Estructura de la cubierta

Figura 4 Secção esquemática de uma cobertura energética construída como coletor de baixa temperatura (Doc BBC)

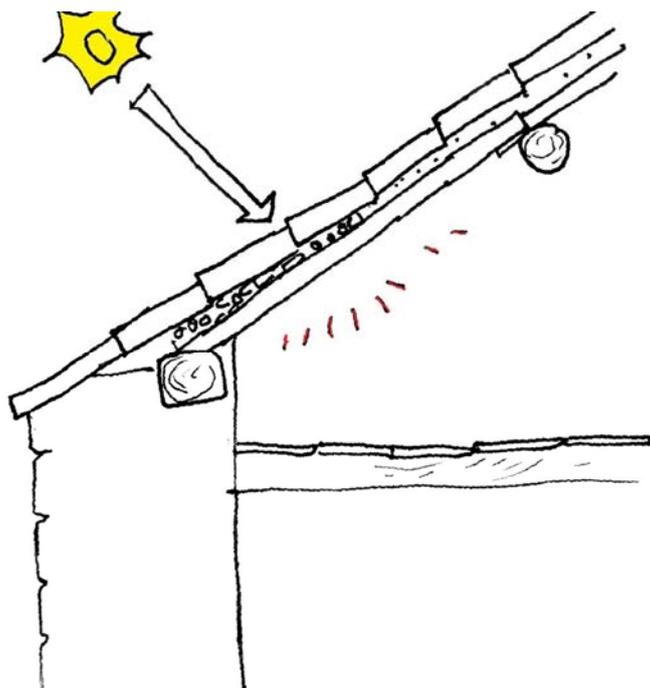


Figura 5 Secção esquemática de cobertura tradicional trabalhando como cobertura captadora

Nas construções tradicionais, o telhado atua como uma cobertura captadora com grande superfície para absorver a maior quantidade possível de energia solar, também a falta de beiral indica a intenção de que o muro capte no inverno mais radiação.

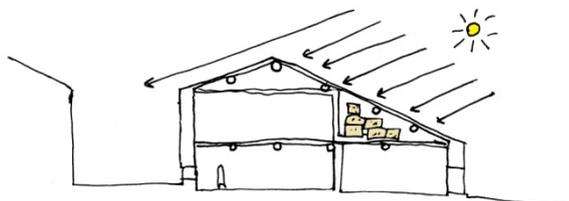


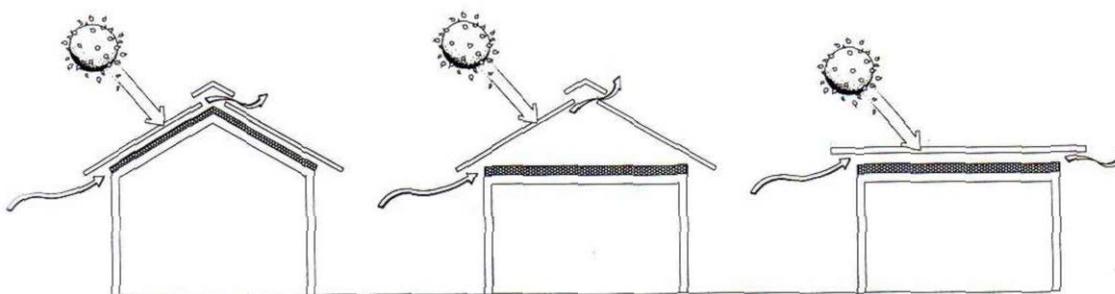
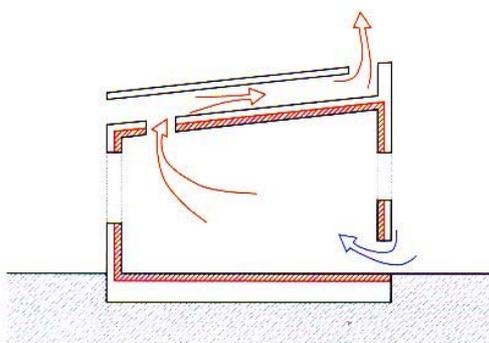
Figura 6 Secção esquemática de cobertura tradicional trabalhando como cobertura

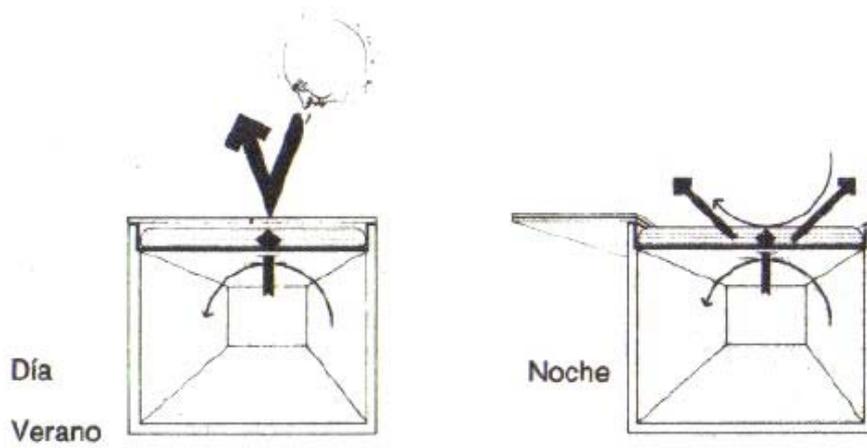
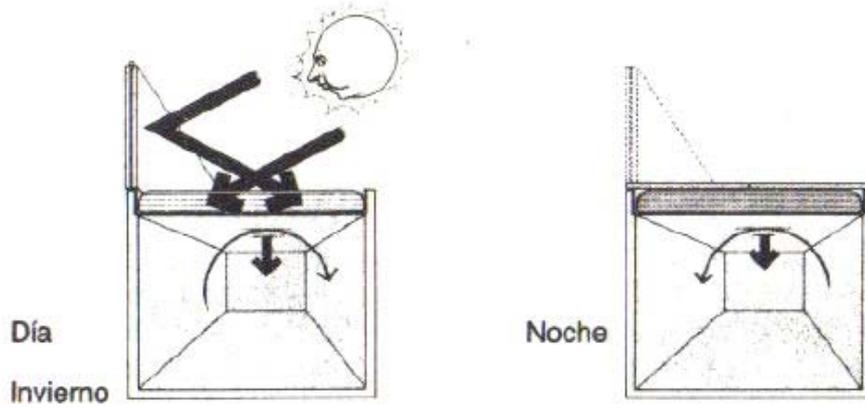
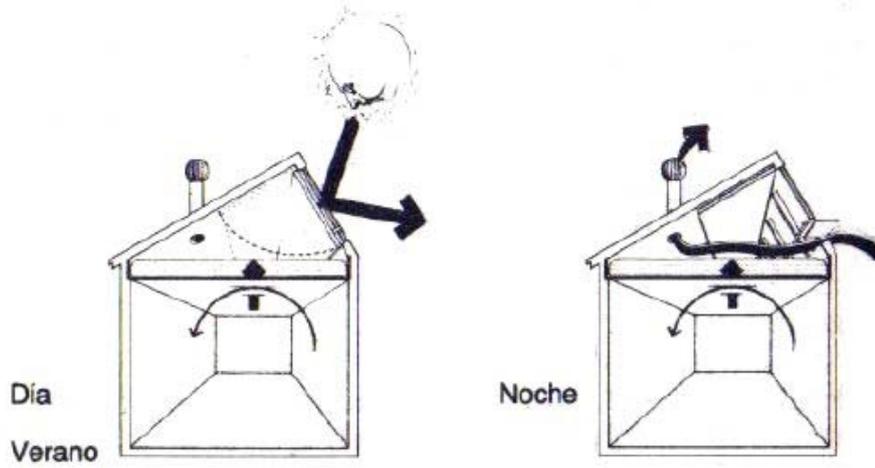
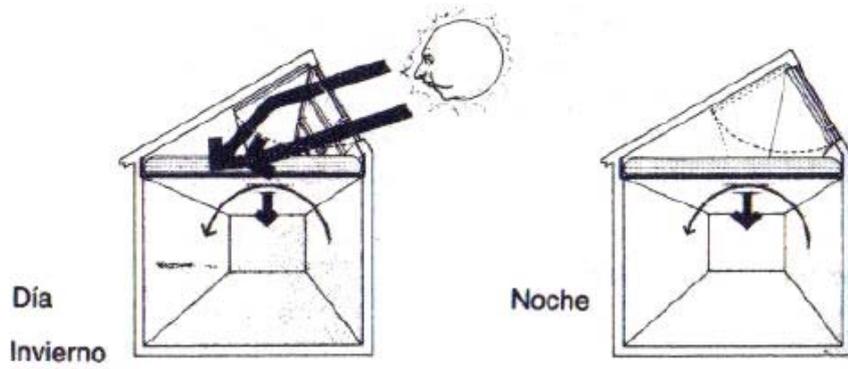


Figura 7 Coberta tradicional trabalhando como cobertura captadora Palazçoula

2. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

Esquemas de funcionamento de coberturas de baixa temperatura







Esquemas de funcionamento com coletores solares

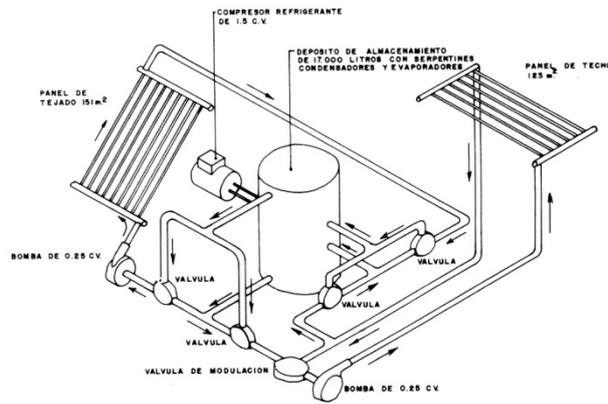
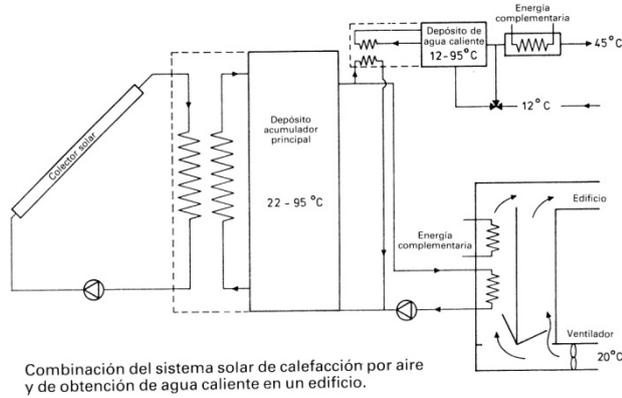
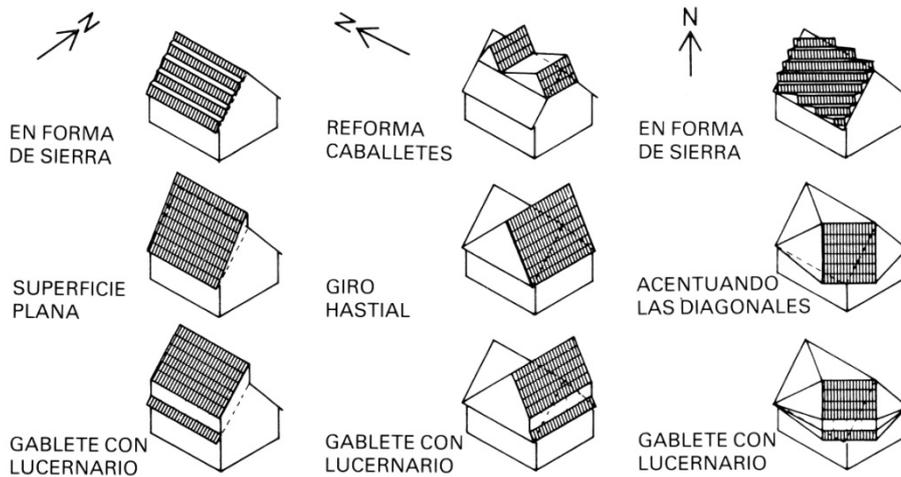


Fig. 1.40. Esquema de instalación del Laboratorio de Energía Solar de la Universidad de Arizona (Bliss).

Esquemas de possíveis orientações, segundo a planta do edificio





3. PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS FÍSICA

-Estufa

Ver solução Greenhouse Townhouse

- Thermal-Inércia

Ver solução Muros de inércia

4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDAR

“Um bom plano coletor para temperaturas até 100 ° C deve ter as seguintes propriedades:

- Deve ser capaz de ser montado fixo integrado numa estrutura de edificação.
- Deve ter a temperatura média, o desempenho não deve ser inferior a 50 ou 60%.
- Para temperaturas baixas deve ser possível conseguir um rendimento de 70 a 80% (para temperaturas elevadas de 20 a 30%).
- Os materiais utilizados para o isolamento e o coletor em si devem ter uma inércia térmica tão pequena quanto possível, de modo que, o cabo de uma ação curta das radiações solares alçasse rapidamente a temperatura do coletor.
- A face frontal do isolamento deve ser resistente contra todas as ações atmosféricas.

As principais causas de perdas dos coletores são:

- Sujidade
- Sombras dos suportes e peças do quadro.
- Perdas de reflexo no vidro de proteção.
- Perdas de transmissão através do vidro.
- Perdas de absorção do corpo absorvente.
- O aquecimento do vidro de proteção pela absorção de luz e radiação de calor.
- A perda de calor nos tubos [...]
- A perda de potência até a transformação de luz em calor na superfície de absorção.
- Perdas térmicas de radiação. (Aparece como uma perda a diferença entre a energia transmitida pelo coletor, recebidos a partir do seu meio ambiente).
- Perda de transferência térmica do corpo absorvente a água de refrigeração.
- As correntes térmicas de convecção no interior da camada de ar que está na superfície do coletor e do vidro de proteção.



- A condução de calor ao longo dos suportes do vidro de proteção ou das juntas e dentro da camada de ar localizada entre o coletor e o vidro protector.
- Radiação de calor entre o coletor e o vidro de proteção” (Sábady, 1982)

O rendimento é a proporção de energia solar que atinge o sensor e a que se converte em energia térmica aproveitada.

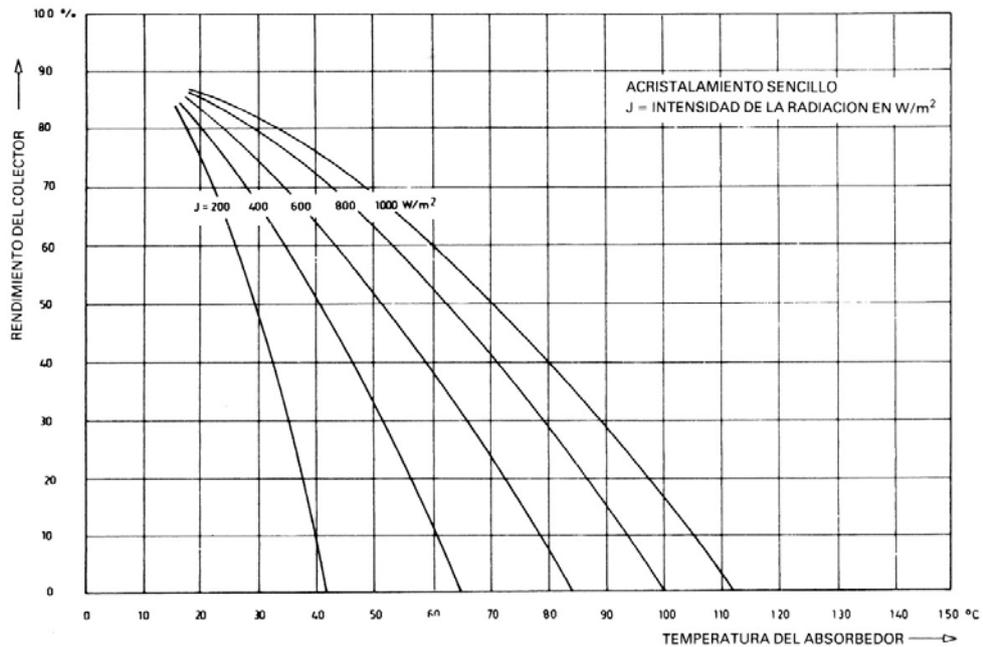


Figura 8 Determinação do rendimento dos colectores de temperatura média com acristalamento singelo para diferentes condições de incidencia da radiación solar (Doc. Herget)

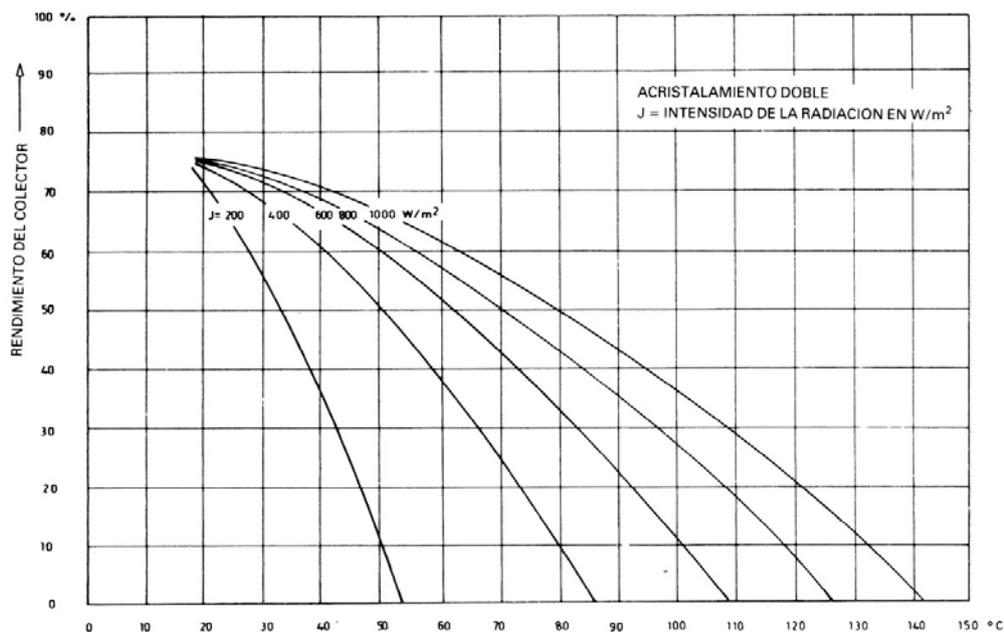


Figura 9 Determinação do rendimento dos colectores de temperatura média com acristalamento dupla para diferentes condições de incidencia da radiación solar (Doc. Herget)



Para captar a maior quantidade de energia solar é fundamental a inclinação e orientação dos coletores solares. Esta inclinação é calculada normalmente para condições de inverno.

Valores experimentais podem ser considerados:

$$\text{Inclinação} = \text{latitude} + 10 \text{ a } 15^\circ$$

Se os coletores são usados somente no verão, temos:

$$\text{Inclinação} = \text{latitude} - 15^\circ$$

	Colector sencillo Superficie absorbente negra	Colector de 1 solo vidrio Superficie absorbente negra	Colector de doble vidrio Superficie absorbente negra	Colector de 1 solo vidrio Superficie absorbente selectiva	Colector de doble vidrio Superficie absorbente selectiva	Colector de alta temperatura
Rendimiento medio (%)	19	23	27,2	35,6	40,6	62,8
Obtención relativa de energía	0,83	1	1,18	1,55	1,76	2,73
Temperatura en vacío (°C)	100	130	180	180	200	250

Figura 10 Influência da construção do colector sobre a obtenção relativa de energia (según MBB)

Para tirar partido da energia solar a utilização conveniente e utilizá-la quando se necessita é necessário poder armazenar em acumuladores. Existem diferentes tipos de acumuladores que podem ser divididos em calor sensível (usando o calor específico como aumento de temperatura) e de calor latente (usando o calor de mudança de estado sem mudança de temperatura).



Como exemplo, a casa de George G. Löf de 1945 em o que se armazenava o calor em 5 m³ de brita, os acumuladores de cascalho necessitam de um volume quatro vezes maior do que a água. Um m³ de cascalho pode armazenar 400 kcal / ° C.

	Coeficiente de conductibilidad térmica λ (W/m · K)	Capacidad calorífica específica c (Wh/kg · K)	Densidad p (kg/m ³)	Contenido de agua (% en peso)
Arena seca	0,18	0,2	1500	10
Tierra arcillosa	0,4	0,3	1500	18
Arcilla húmeda	0,7	0,35	1800	30
Humus	0,2	0,5	1400	15

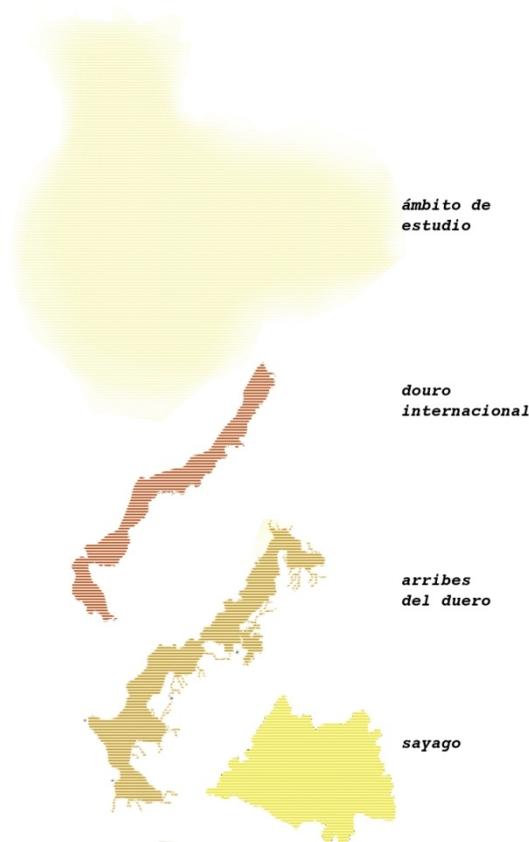
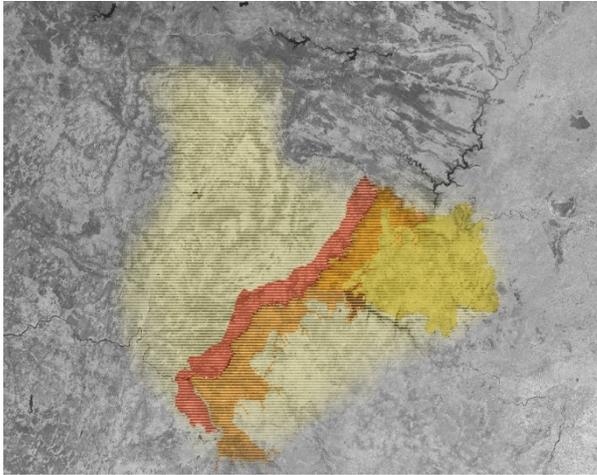
Figura 11 Capacidade de acumulación de calor para diferentes massas acumuladoras de terra.

5. LOCAIS RECOMENDADOS

Qualquer local é bom para utilizar as cobertas captadoras e que se podem encontrar exemplos em m todas as latitudes, sempre voltadas para o sul no hemisfério norte e norte do hemisfério sul.



6. ESTUDO DE CASO



Para este trabalho de campo foram visitadas **80 localidades** na área de estudo:

Área de estudo: região transfronteiriça Parque Natural Douro Internacional, Parque Natural Arribes del Duero e Parque Natural de Montesinho.

-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha.

-Espanña: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero..

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português.
- Microclima Mediterrânico – região do Douro.
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca

Figura 12 Âmbito



6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na área de estudo foram localizados diferentes estratégias de coberturas ativas, que vão desde da captação directa e utilização dos espaços abaixo coberta de maneira diferenciada no inverno e no verão (espaços colchão de regulação sazonais). De especial interesse resulta a arquitetura do Parque Natural de Montesinho, que ainda conserva telhados de ardósia de grande poder captador e inércia. É de mencionar os bombais encontrados em toda a área de estudo, cuja a orientação da cobertura e a superfície serve para climatizar este tipo de arquitetura produtiva para aves.

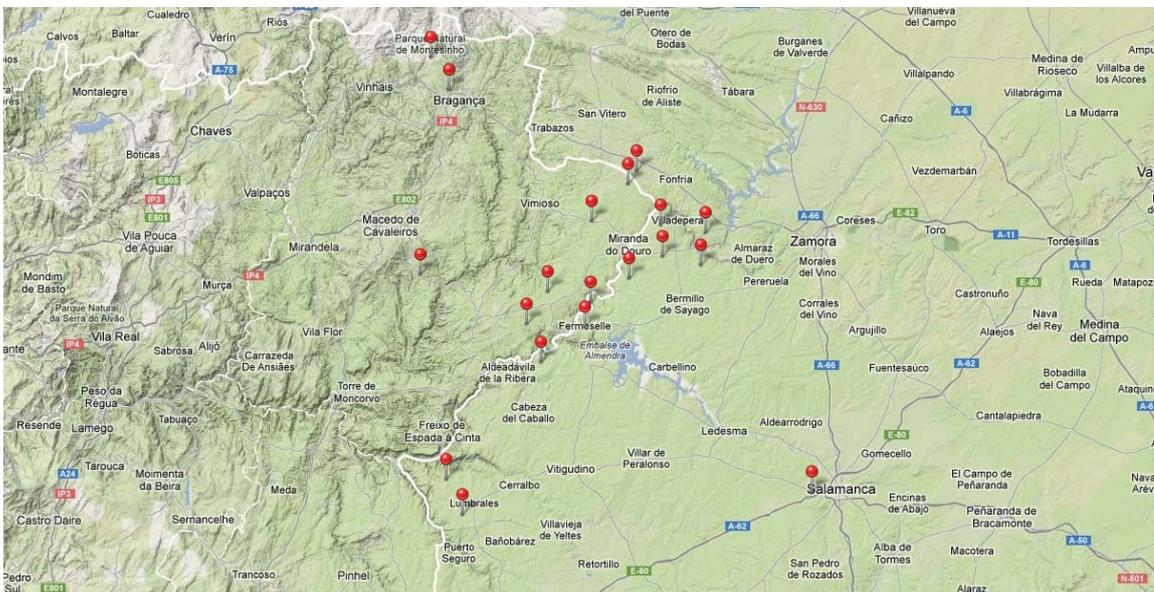


Figura 13 Mapa da implantação –

Detalhe fotográfico geolocalizado correspondente às referências que aparecem em el **Mapa de Implantação** deste sistema.



Lon: Lat: Alt: msm



Lon: 6° 3.93' 0.00" Lat: 41° 27.09' 0.00" Alt: 773.0000 msm



Lon: 6° 23.82' 0.00" Lat: 41° 19.06' 0.00" Alt: 695.0000 msm



Lon: 6° 30.18' 0.00" Lat: 41° 23.55' 0.00" Alt: 676.0000 msm



Lon: 6° 22.81' 0.00" Lat: 41° 32.81' 0.00" Alt: 736.0000 msm



Lon: 6° 22.73' 0.00" Lat: 41° 32.73' 0.00" Alt: 747.0000 msm



Lon: 6° 33.86' 0.00" Lat: 41° 19.35' 0.00" Alt: 746.0000 msm



Lon: 6° 33.91' 0.00" Lat: 41° 19.40' 0.00" Alt: 738.0000 msm



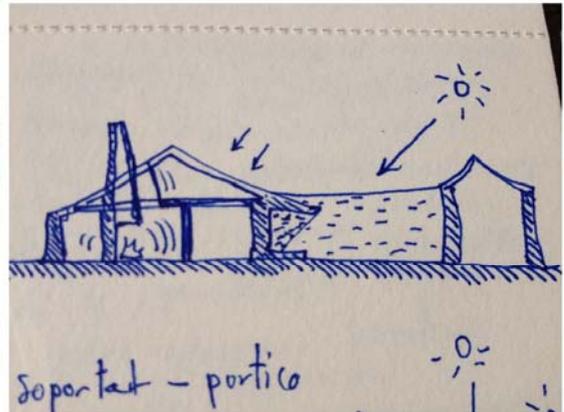
Lon: 6° 33.95' 0.00" Lat: 41° 19.40' 0.00" Alt: 737.0000 msm



Lon: 6° 33.73' 0.00" Lat: 41° 17.79' 0.00" Alt: 691.0000 msm



Lon: 6° 33.75' 0.00" Lat: 41° 17.80' 0.00" Alt: 687.0000 msm



Lon: 6° 23.83' 0.00" Lat: 41° 19.06' 0.00" Alt: 693.0000 msm



Lon: 6° 52.21' 0.00" Lat: 41° 25.80' 0.00" Alt: 560.0000 msm



Lon: 6° 49.40' 0.00" Lat: 41° 53.34' 0.00" Alt: 853.0000 msm



Lon: 6° 49.37' 0.00" Lat: 41° 53.33' 0.00" Alt: 852.0000 msm



Lon: 6° 50.56' 0.00" Lat: 41° 53.99' 0.00" Alt: 842.0000 msm



Lon: 6° 50.57' 0.00" Lat: 41° 54.05' 0.00" Alt: 853.0000 msm



Lon: 6° 50.56' 0.00" Lat: 41° 54.05' 0.00" Alt: 859.0000 msm



Lon: 6° 50.49' 0.00" Lat: 41° 54.08' 0.00" Alt: 865.0000 msm



Lon: 6° 50.48' 0.00" Lat: 41° 54.08' 0.00" Alt: 864.0000 msm



Lon: 6° 50.40' 0.00" Lat: 41° 53.92' 0.00" Alt: 847.0000 msm



Lon: 6° 47.26' 0.00" Lat: 41° 49.74' 0.00" Alt: 720.0000 msm



Lon: 6° 17.58' 0.00" Lat: 41° 38.74' 0.00" Alt: 828.0000 msm



Lon: 6° 16.36' 0.00" Lat: 41° 37.51' 0.00" Alt: 801.0000 msm



Lon: 6° 14.94' 0.00" Lat: 41° 39.23' 0.00" Alt: 817.0000 msm



Lon: 6° 10.89' 0.00" Lat: 41° 32.21' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 10.70' 0.00" Lat: 41° 31.80' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 10.85' 0.00" Lat: 41° 32.13' 0.00" Alt: 759.0000 msm



Lon: 6° 10.82' 0.00" Lat: 41° 32.21' 0.00" Alt: 763.0000 msm



Lon: 6° 3.03' 0.00" Lat: 41° 31.26' 0.00" Alt: 785.0000 msm



Lon: 6° 10.51' 0.00" Lat: 41° 28.17' 0.00" Alt: 768.0000 msm



Lon: 6° 10.51' 0.00" Lat: 41° 28.17' 0.00" Alt: 765.0000 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 40° 57.57' 0.00" Alt: 831.0000 msm



Lon: 6° 45.04' 0.00" Lat: 40° 54.44' 0.00" Alt: 670.0000 msm



Lon: 6° 44.86' 0.00" Lat: 40° 52.37' 0.00" Alt: 660.0000 msm



Lon: 6° 44.95' 0.00" Lat: 40° 54.60' 0.00" Alt: 662.0000 msm



Lon: 6° 47.74' 0.00" Lat: 40° 59.20' 0.00" Alt: 607.0000 msm



Lon: 6° 47.73' 0.00" Lat: 40° 59.20' 0.00" Alt: 608.0000 msm



Lon: 6° 31.43' 0.00" Lat: 41° 14.48' 0.00" Alt: 698.0000 msm



Lon: 6° 16.21' 0.00" Lat: 41° 25.34' 0.00" Alt: 698.0000 msm



Lon: 6° 22.74' 0.00" Lat: 41° 22.43' 0.00" Alt: 671.0000 msm



Lon: 6° 22.85' 0.00" Lat: 41° 22.27' 0.00" Alt: 612.0000 msm



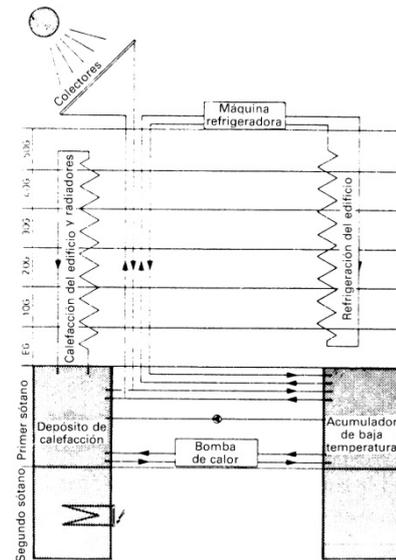
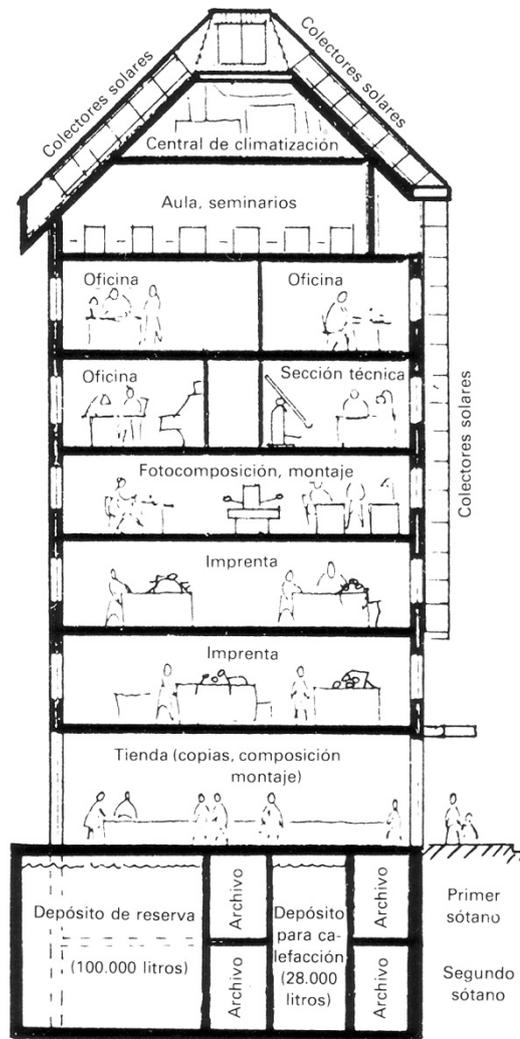
Lon: 6° 22.85' 0.00" Lat: 41° 22.27' 0.00" Alt: 612.0000 msm



Lon: Lat: Alt: msm



7. APLICAÇÃO NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA



Edifício solar de escritórios Kolb AG levantando no centro urbano de Zurique, aplica coletores de água em conjunto com bomba de calor. O edifício mostra que mesmo em centros urbanos com latitudes centroeuropea, é possível encontrar edifícios solares energeticamente ótimos.

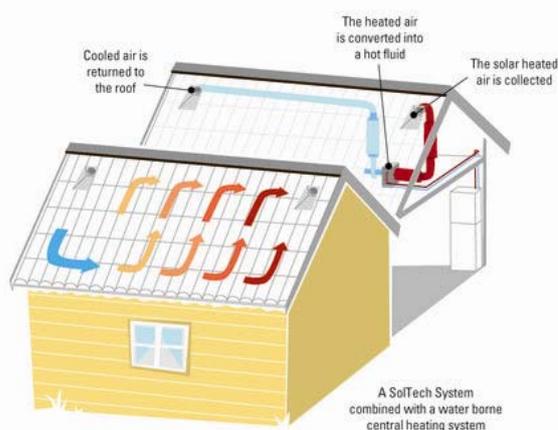
Figura 14 Kolb (Zurich)
(Ing. : Ziemba & Hauber)



Figura 15 Teça de Cristal Solar para cobertura captadora com recente patente por parte da empresa sueca SolTech Energy

Estas peças podem ser instaladas numa plataforma tradicional utilizando métodos convencionais, são de baixa manutenção e duradouros.

Estas telhas novas são especialmente apropriadas em climas frios, onde conseguem derreter rapidamente a neve e o gelo acumulados. Recentemente, ganharam o premio Hottest New Materials 2010 na Feira da Construção do Norte (North Building Fair, Nordbygg).



O ar que circula debaixo das telhas é aquecido com o sol e é redirecionado para um sistema de aquecimento central.

Figura 16 Sistema SolTech Energy

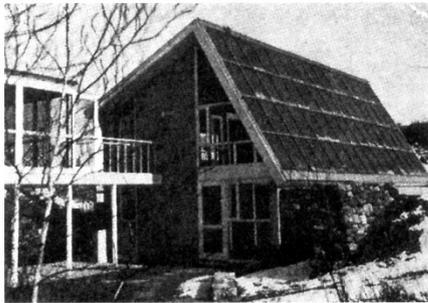


Figura 17 Casa solar N°IV, (MIT, 1958)

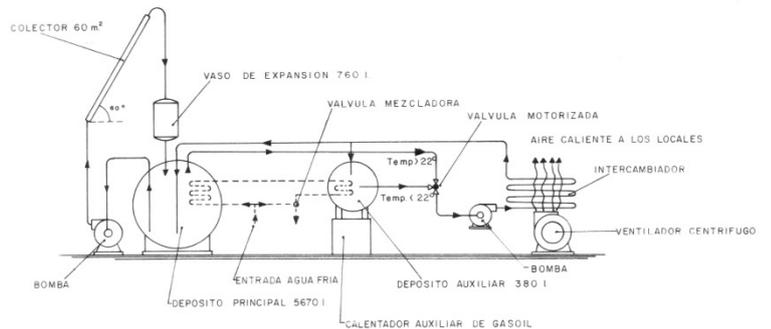


Figura 18 Esquema de funcionamento.

Esta casa, construída em 1958 pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology), foi localizada na latitude 42 ° N, com uma área de 135 m2 e coletores ocupando cerca de 60 m2. O reservatório de calor tinha um volume de 5,67, m3, os coletores eram da água e se transferiam ao deposito mediante um intercâmbio. O ar quente posteriormente distribuído pelas várias salas através de condutas.

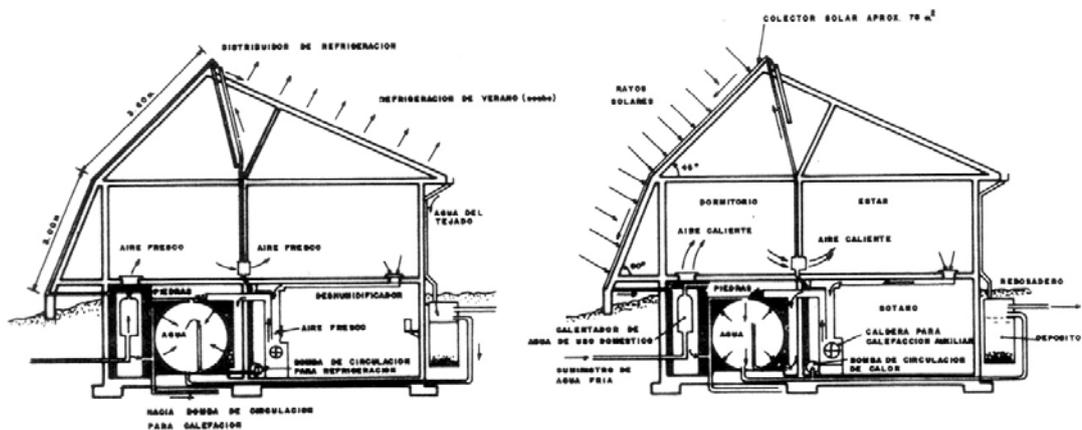


Figura 19 Casa Thomason, Washington (1959)

Esta vivenda unifamiliar, localizada numa latitude de 39 ° N, contava com uma superfície de 140 m2. A maior parte da cobertura ocupava a superfície coletora a sul uns de 78 m2. Esta superfície contava com 60 ° e 45 °, para aumentar o aproveitamento da radiação solar. O coletor consiste numa lâmina metálica ondulada coberta por um vidro. A água é aquecida e circula através dos canais da placa, esta água é recolhida num reservatório inferior em contacto com o cascalho, que aquece e acalenta os quartos. Este sistema também tem um ciclo de arrefecimento para o verão.



Referências

Sabady, Pierre Robert, *"Arquitetura Solar, conceito, cálculo e execução de edifícios solares"* da CEAC, Barcelona, 1982

Neila Gonzalez, F. Javier: *"Arquitetura Bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria.2004.

Pararadera Yanez, Guillermo: *"Arquitetura Solar. Aspectos de iluminação passiva bioclimática e natural "*, Ministério da Construção e Desenvolvimento Urbano, Madrid, 1988

Pararadera Yanez, Guillermo: *"arquitetura solar e iluminação natural"* Munilla-Leria, Madrid, 2008

Neila Gonzalez, F. Javier: *"arquitetura bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria, Madrid 2004

Ramon Moliner, Fernando: *"suor, roupa e arquiteturas"* H. Blume Edições, Barcelona, 1980

Menendez Granados, Helen: *"Princípios e estratégias bioclimáticas de projeto em arquitetura e urbanismo.03. Eficiência energética do Conselho "Superior de Colégios de Arquitectos de Espanha, 2006.*



Espaços de transição orientados





1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

Corredores

São espaços intermédios entre os comportamentos e o exterior que se encontram dentro do volume edificado são frequentemente abertos.

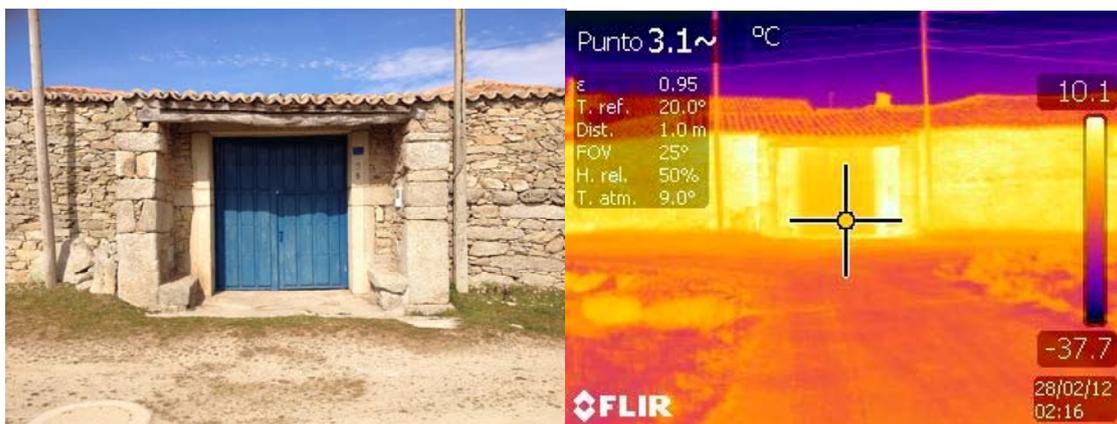


Figura 1 Estudo termográfico de zaguán en Abelón

Galerias orientadas

Órgãos ligados à construção, geralmente no primeiro andar com a dupla finalidade de gerar um espaço intermediário protegido de ventos e regular sazonalidade a luz solar de paredes e espaços vazios. Foi observada adaptação deste tipo de estufa anexa com o aumento da disponibilidade de vidro no século XIX.



Figura 2 Estudo termográfico da Galeria em Dehesa de la Albalá



Alpendres e arcadas

Elementos que estão ligados a edificação ou incorporados nele, encontram-se no resto chão antes da entrada. São chamados alpendres cobertos quando englobam dois ou mais edifícios.

Fornece proteção do vento e do sol de modo homólogo às galerias, no entanto esta vinculado a cota de acesso e ao ambiente urbano, criando abrigos para os peões.



Figura 3 Estudo termográfico de alpendres

Outros espaços de transição orientados

Tratados como elementos independentes, as paredes vegetais e as cobertas ativas, são também considerados como espaços de transição para criar âmbitos de condições higrotérmicas intermediários entre o exterior e os espaços condicionados.



Figura 4 Estudo termográfico de alpendre em Abelón



2. ESBOÇO DE OPERAÇÃO

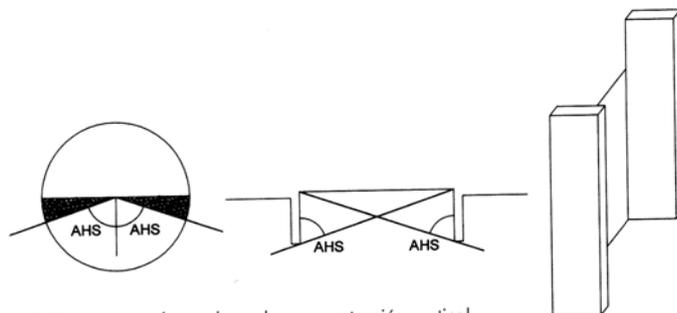


Fig. 2.21. Máscara de sombras de una protección vertical.

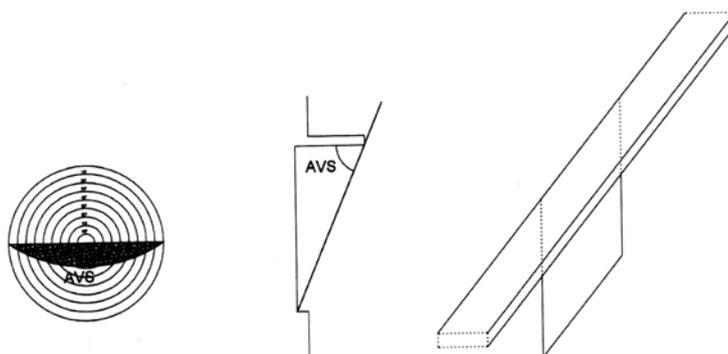


Fig. 2.22. Máscara de sombras de una protección horizontal.

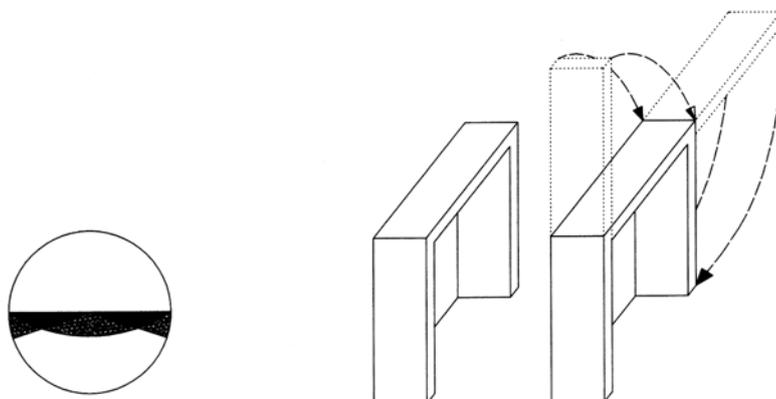


Fig. 2.23. Máscara de sombras de una protección mixta.

Figura 5 Mâscaras de sombra segundo a disposição de elementos de proteção

El funcionamiento destes elementos como proteção solar envolve o estudo das diferenças das condições de inverno e verão, tanto para elementos verticais e horizontais como para a situação onde aparem ambos.



3. PRINCÍPIOS FÍSICOS BIOCLIMÁTICOS

Luz solar

Nas casas viradas a sul, o sol penetra no alpendre no inverno, enquanto no verão o arco solar, descrito eleva-se sobre nossas cabeças e sobre o telhado, de modo que, há sombra.

Sócrates citando Xenofonte, *Memorabilia*, VIII e seguindo

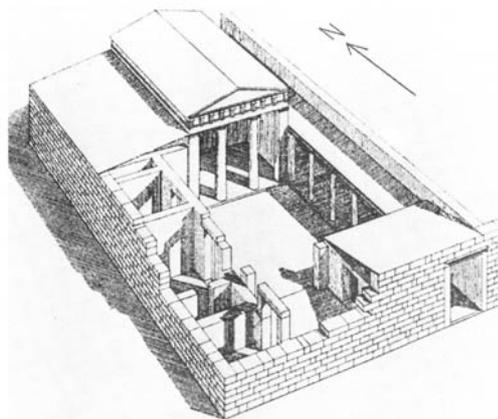


Figura 6 Casa grega clássica, as escavações na cidade de Priene

O sol é a pequena estrela em torno do qual gira a Terra e outros planetas no sistema. De ele provém a energia que permite o desenvolvimento de vida na superfície da terra. Tem um raio cerca de 109 vezes superior da Terra e um volume de um milhão trezentas mil vezes maior. A sua distância, é de 149,6 milhões km ,aproximadamente, situa a Terra num ponto em que a radiação não é excessiva, como no caso de Mercúrio, ou insuficiente como nos outros planetas. No entanto, uma vez que a trajetória é elíptica e que o Sol está num dos focos da elipse, a distância é ligeiramente variável desde do periélio, a distância mínima, ao afélio.

F. Javier Gonzalez Neila "arquitetura bioclimática em um ambiente sustentável"

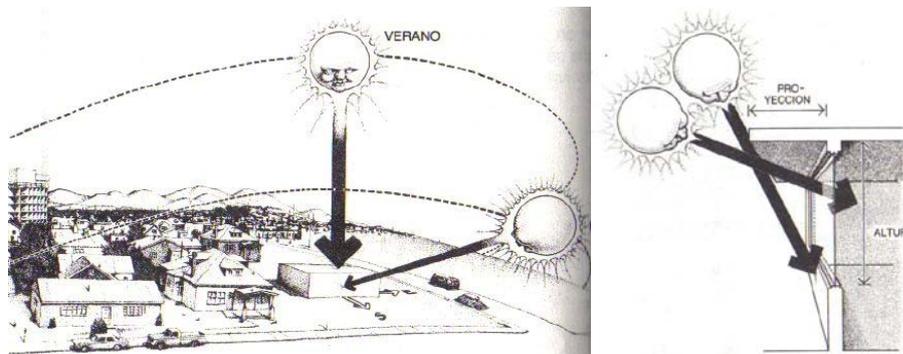


Figura 7 Variação sazonal da inclinação solar



Vento

O problema, consiste em que, de toda a informação que aos geógrafos podem proporcionar-nos, parte dela, relativa aos ventos predominantes, resulta, na prática, irrelevante e outra, a relativa aos ventos locais, que só é relevante na medida em que é necessário consideração a previsão dos seus efeitos prejudiciais.

Posto isto, apenas a observação direta, a sabedoria vernácula e, excecionalmente, a existência de dados estatísticos relevantes, poderia expor as características benéficas do regime local de ventos (não confundir com "vento local")

Fernando Ramon Moliner "Vestuário, suor, arquiteturas"

Na configuração do edifício, a eficiência de energia do sistema pode ser aumentada mediante espaços intermédios que atuam como modulador ou regulador térmico entre o edifício e o exterior, pode ter carácter habitacional sazonal de acordo com as suas dimensões. A sua temperatura dependente das condições climáticas exteriores, o seu desempenho como uma aquisição de conservação, ou a limitação de perdas de calor, as características térmicas dos elementos em contacto com o ambiente exterior e os elementos em contacto com o edifício.

São elementos que, sendo anexados ao edifício termicamente caracterizado por ter uma temperatura intermédia entre a temperatura exterior (T_{EXT}) e a temperatura interna (T_{INT}) cuja função básica é a de limitar a troca de calor entre o edifício e exterior.



Figura 8 Modelo de muros em túnel de vento



4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDAR

Sombra

Atualmente, devido ao desenvolvimento de ferramentas de cálculo, o uso de letras para obter energia solar coordenadas é inadequado para a falta de precisão fornecida pelo sistema de gráficos. Tal como acontece com as coordenadas, os cálculos de sombra analíticos têm a grande vantagem de proporcionar uma precisão.

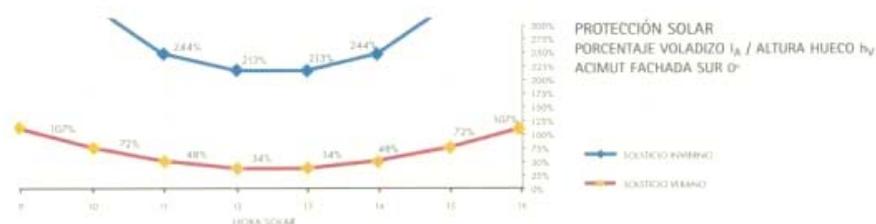
Não obstante, os métodos analíticos têm a desvantagem de ser efetua-los para um determinado momento, o que tira o resultado da possibilidade de obter uma conclusão geral do problema.

Mediante a utilização de climogramas ou outras ferramentas de precisão que tenha otido no momento crítico para que se deseja a sombra, deveram utilizar-se métodos analíticos. No entanto, quando o que se deseja é ver o comportamento de um orifício ou uma proteção ao longo do ano é preferível utilizar métodos gráficos. A precisão que se obterá não será tão grande como a obtida com processos analíticos, mas irá dar uma visão geral mais do que suficiente.

As cartas estereográficas são as mais adequadas, tanto para representar as sombras arrojadas pelos edifícios como para representar as máscaras de sombra produzidas sobre a fachada.

A fim de obter as máscaras de blindagem é necessário contar com a carta estereográfica correspondente à latitude do local onde o nosso edifício está localizado. Posteriormente, se deverá calcular, graficamente, os ângulos horizontal (AHS) e sombra vertical (AVS) correspondentes às proteções solares para o raio solar que passa através da extremidade da obstrução e ao canto oposto da janela.

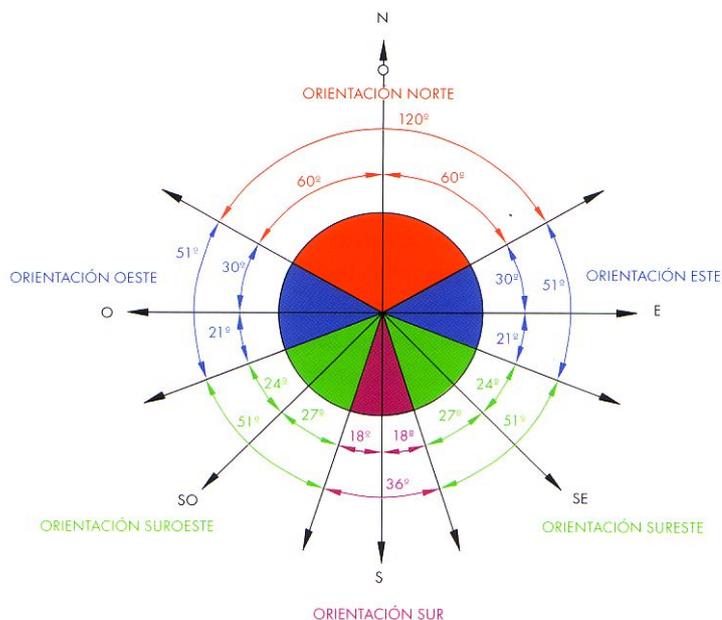
Para uma proteção vertical, a linha traçada representa a projeção em planta do limite do raio solar. Os raios de sol que gerarão um AHS menor solearam parcialmente a janela, enquanto que, se o ângulo é maior, permanecerá completamente na sombra. Para um orifício orientado a sul este ângulo horizontal de sombra coincide com o azimute do sol, esta situação o raio solar sobre uma carta estereográfica, os azimutes principais representam posições do sol o orifício permanece completamente na sombra e azimutes menores posições mais baixas em que haverá alguma fração de orifício solarengo.





Regulamento dos ventos

Para estudar a influência do vento e da extensão da proteção eficaz que concedem estes elementos a construção, será preciso estudar o regime de ventos locais em cada situação e a dedução da sustração térmica que estes provocam sobre a fachada do edifício.





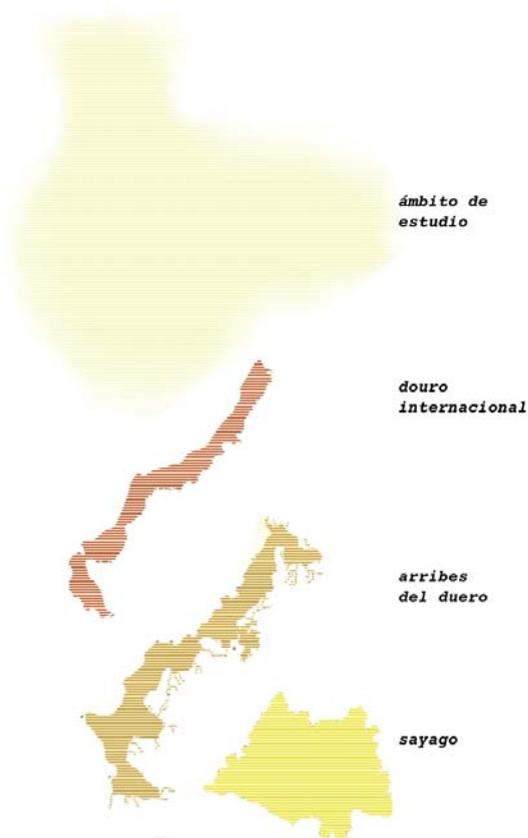
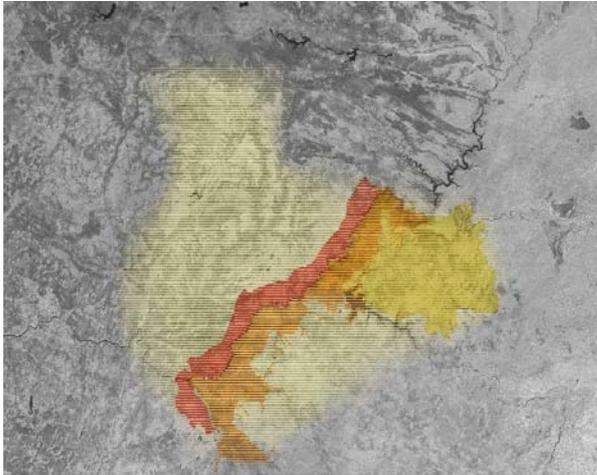
5. LOCAIS RECOMENDADOS

Como proteção solar, a localização correta, dependendo da latitude e do regime de exposição solar que o edifício tenha em função da orografia e das proximidades dos edifícios, a orientação será no sul, leste e oeste.

Como proteção contra o vento vai depender do regime de padrões de ventos locais, as barreiras ou obstáculos que elementos construídos que concedam o fluxo de ar.



6. ESTUDO DE CASO



Para este trabalho de campo foram visitadas **80 localidades** na área de estudo:

Área de estudo: região transfronteiriça Parque Natural Douro Internacional, Parque Natural Arribes del Duero e Parque Natural de Montesinho.

-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha.

-Espanña: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero..

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português.
- Microclima Mediterrânico – região do Douro.
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca

Figura 9 Âmbito



6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo revelou três tipos de espaços diferentes: varandas, corredores e galerias. Detalhados no seguinte mapa para soluções na área de estudo.

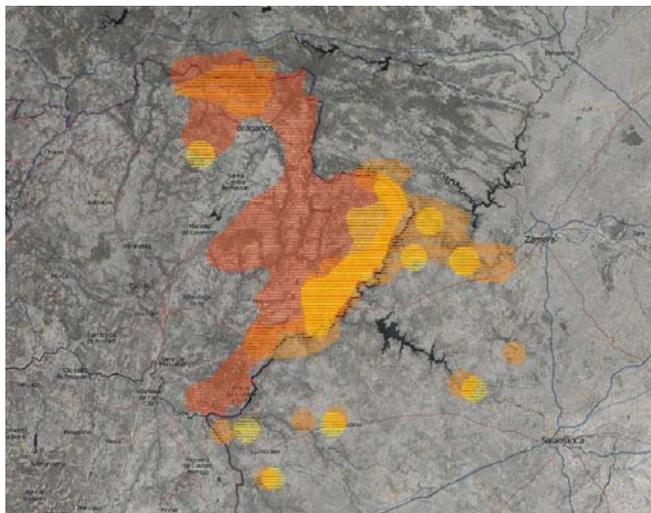


Figura10 Mapa de espaços de transição orientados



Detalhe fotográfico geolocalizado correspondente às referências que aparecem en el Mapa de Implantação deste sistema.



Figura11 Mapa da implantação - corredores-



Lon: 6° 3.82' 0.00" Lat: 41° 27.08' 0.00" Alt: 768.0000 msm



Lon: 6° 3.83' 0.00" Lat: 41° 27.07' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 3.93' 0.00" Lat: 41° 27.07' 0.00" Alt: 773.0000 msm



Lon: 6° 3.90' 0.00" Lat: 41° 27.07' 0.00" Alt: 766.0000 msm



Lon: 6° 16.51' 0.00" Lat: 41° 25.22' 0.00" Alt: 721.0000 msm



Lon: 6° 16.55' 0.00" Lat: 41° 25.16' 0.00" Alt: 725.0000 msm



Lon: 6° 16.58' 0.00" Lat: 41° 25.12' 0.00" Alt: 733.0000 msm



Lon: 6° 5.99' 0.00" Lat: 41° 28.16' 0.00" Alt: 684.0000 msm



Lon: 6° 6.03' 0.00" Lat: 41° 28.40' 0.00" Alt: 698.0000 msm



Lon: 6° 3.01' 0.00" Lat: 41° 31.25' 0.00" Alt: 788.0000 msm



Lon: 6° 2.91' 0.00" Lat: 41° 31.24' 0.00" Alt: 782.0000 msm



Lon: 6° 2.94' 0.00" Lat: 41° 31.30' 0.00" Alt: 780.0000 msm



Lon: 6° 30.18' 0.00" Lat: 41° 23.56' 0.00" Alt: 678.0000 msm



Lon: 6° 0.57' 0.00" Lat: 41° 25.75' 0.00" Alt: 745.0000 msm



Lon: 6° 22.00' 0.00" Lat: 41° 23.98' 0.00" Alt: 659.0000 msm



Lon: 6° 29.62' 0.00" Lat: 41° 1.00' 0.00" Alt: 737.0000 msm



Lon: 6° 34.13' 0.00" Lat: 41° 1.58' 0.00" Alt: 682.0000 msm



Lon: 6° 33.84' 0.00" Lat: 41° 19.38' 0.00" Alt: 755.0000 msm



Lon: 6° 33.89' 0.00" Lat: 41° 19.39' 0.00" Alt: 737.0000 msm



Lon: 6° 33.91' 0.00" Lat: 41° 19.40' 0.00" Alt: 739.0000 msm



Lon: 6° 33.68' 0.00" Lat: 41° 17.83' 0.00" Alt: 691.0000 msm



Lon: 6° 33.86' 0.00" Lat: 41° 17.79' 0.00" Alt: 697.0000 msm



Lon: 6° 33.61' 0.00" Lat: 41° 17.83' 0.00" Alt: 697.0000 msm



Lon: 6° 33.38' 0.00" Lat: 41° 16.51' 0.00" Alt: 670.0000 msm



Lon: 6° 33.30' 0.00" Lat: 41° 16.47' 0.00" Alt: 674.0000 msm



Lon: 6° 36.67' 0.00" Lat: 41° 12.98' 0.00" Alt: 676.0000 msm



Lon: 5° 52.50' 0.00" Lat: 41° 24.95' 0.00" Alt: 771.0000 msm



Lon: 5° 52.50' 0.00" Lat: 41° 24.95' 0.00" Alt: 770.0000 msm



Lon: 5° 52.53' 0.00" Lat: 41° 24.96' 0.00" Alt: 788.0000 msm



Lon: 5° 52.62' 0.00" Lat: 41° 24.99' 0.00" Alt: 757.0000 msm



Lon: 6° 25.58' 0.00" Lat: 41° 23.19' 0.00" Alt: 715.0000 msm



Lon: 6° 31.03' 0.00" Lat: 41° 24.52' 0.00" Alt: 600.0000 msm



Lon: 6° 43.79' 0.00" Lat: 41° 11.57' 0.00" Alt: 701.0000 msm



Lon: 6° 52.02' 0.00" Lat: 40° 59.36' 0.00" Alt: 523.0000 msm



Lon: 6° 59.88' 0.00" Lat: 41° 53.54' 0.00" Alt: 1006.0000 msm



Lon: 6° 50.43' 0.00" Lat: 41° 53.95' 0.00" Alt: 846.0000 msm



Lon: 6° 50.56' 0.00" Lat: 41° 53.99' 0.00" Alt: 841.0000 msm



Lon: 6° 50.57' 0.00" Lat: 41° 53.95' 0.00" Alt: 844.0000 msm



Lon: 6° 45.36' 0.00" Lat: 41° 51.21' 0.00" Alt: 688.0000 msm



Lon: 6° 45.93' 0.00" Lat: 41° 56.36' 0.00" Alt: 1025.0000 msm



Lon: 6° 50.56' 0.00" Lat: 41° 53.96' 0.00" Alt: 819.0000 msm



Lon: 6° 50.42' 0.00" Lat: 41° 53.94' 0.00" Alt: 835.0000 msm



Lon: 6° 50.42' 0.00" Lat: 41° 53.94' 0.00" Alt: 836.0000 msm



Lon: 6° 48.03' 0.00" Lat: 41° 51.94' 0.00" Alt: 863.0000 msm



Lon: 6° 20.97' 0.00" Lat: 41° 38.47' 0.00" Alt: 717.0000 msm



Lon: 6° 20.97' 0.00" Lat: 41° 38.47' 0.00" Alt: 715.0000 msm



Lon: 6° 20.94' 0.00" Lat: 41° 38.49' 0.00" Alt: 724.0000 msm



Lon: 6° 14.96' 0.00" Lat: 41° 39.17' 0.00" Alt: 814.0000 msm



Lon: 6° 10.89' 0.00" Lat: 41° 32.23' 0.00" Alt: 765.0000 msm



Lon: 6° 10.90' 0.00" Lat: 41° 32.24' 0.00" Alt: 760.0000 msm



Lon: 6° 10.88' 0.00" Lat: 41° 32.19' 0.00" Alt: 761.0000 msm



Lon: 6° 10.91' 0.00" Lat: 41° 32.21' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 10.79' 0.00" Lat: 41° 32.18' 0.00" Alt: 778.0000 msm



Lon: 6° 10.80' 0.00" Lat: 41° 32.18' 0.00" Alt: 761.0000 msm



Lon: 6° 10.51' 0.00" Lat: 41° 28.17' 0.00" Alt: 766.0000 msm



Lon: 6° 10.51' 0.00" Lat: 41° 28.20' 0.00" Alt: 757.0000 msm



Lon: 6° 10.52' 0.00" Lat: 41° 28.19' 0.00" Alt: 757.0000 msm



Lon: 6° 12.63' 0.00" Lat: 41° 26.56' 0.00" Alt: 749.0000 msm



Lon: 6° 42.50' 0.00" Lat: 40° 50.99' 0.00" Alt: 670.0000 msm



Lon: 5° 49.64' 0.00" Lat: 41° 12.99' 0.00" Alt: msm



Lon: 6° 44.92' 0.00" Lat: 40° 52.31' 0.00" Alt: 640.0000 msm



Lon: 6° 31.46' 0.00" Lat: 41° 14.47' 0.00" Alt: 693.0000 msm



Lon: 6° 16.21' 0.00" Lat: 41° 25.34' 0.00" Alt: 698.0000 msm



Lon: 6° 18.45' 0.00" Lat: 41° 24.13' 0.00" Alt: 641.0000 msm



Lon: 5° 59.89' 0.00" Lat: 41° 5.46' 0.00" Alt: 779.0000 msm



Lon: 6° 15.95' 0.00" Lat: 41° 34.93' 0.00" Alt: 771.0000 msm



Lon: 6° 14.63' 0.00" Lat: 41° 31.67' 0.00" Alt: 703.0000 msm



Lon: 6° 3.04' 0.00" Lat: 41° 31.26' 0.00" Alt: 804.0000 msm



Lon: 6° 2.96' 0.00" Lat: 41° 31.25' 0.00" Alt: 785.0000 msm



Lon: Lat: Alt: msm



Figura12 Mapa de implantação – galerias orientadas-



Lon: 6° 36.06' 0.00" Lat: 41° 38.42' 0.00" Alt: 685.0000 msm



Lon: 6° 23.06' 0.00" Lat: 41° 32.79' 0.00" Alt: 728.0000 msm



Lon: 6° 18.74' 0.00" Lat: 41° 25.97' 0.00" Alt: 725.0000 msm



Lon: 6° 43.78' 0.00" Lat: 41° 11.55' 0.00" Alt: 713.0000 msm



Lon: 6° 43.78' 0.00" Lat: 41° 11.56' 0.00" Alt: 709.0000 msm



Lon: 6° 43.76' 0.00" Lat: 41° 11.57' 0.00" Alt: 700.0000 msm



Lon: 6° 43.77' 0.00" Lat: 41° 11.55' 0.00" Alt: 706.0000 msm



Lon: 6° 48.37' 0.00" Lat: 41° 5.52' 0.00" Alt: 456.0000 msm



Lon: 6° 48.38' 0.00" Lat: 41° 5.52' 0.00" Alt: 461.0000 msm



Lon: 6° 48.39' 0.00" Lat: 41° 5.40' 0.00" Alt: 464.0000 msm



Lon: 6° 48.31' 0.00" Lat: 41° 5.57' 0.00" Alt: 457.0000 msm



Lon: 6° 48.31' 0.00" Lat: 41° 5.57' 0.00" Alt: 458.0000 msm



Lon: 6° 48.30' 0.00" Lat: 41° 5.57' 0.00" Alt: 473.0000 msm



Lon: 6° 48.29' 0.00" Lat: 41° 5.58' 0.00" Alt: 469.0000 msm



Lon: 6° 48.33' 0.00" Lat: 41° 5.56' 0.00" Alt: 467.0000 msm



Lon: 6° 48.36' 0.00" Lat: 41° 5.54' 0.00" Alt: 452.0000 msm



Lon: 6° 52.21' 0.00" Lat: 41° 25.80' 0.00" Alt: 560.0000 msm



Lon: 6° 57.59' 0.00" Lat: 41° 43.20' 0.00" Alt: 747.0000 msm



Lon: 6° 57.61' 0.00" Lat: 41° 43.25' 0.00" Alt: 728.0000 msm



Lon: 6° 57.51' 0.00" Lat: 41° 43.24' 0.00" Alt: 704.0000 msm



Lon: 6° 57.50' 0.00" Lat: 41° 43.24' 0.00" Alt: 698.0000 msm



Lon: 6° 59.91' 0.00" Lat: 41° 53.54' 0.00" Alt: 1000.0000 msm



Lon: 6° 59.90' 0.00" Lat: 41° 53.54' 0.00" Alt: 1004.0000 msm



Lon: 6° 59.90' 0.00" Lat: 41° 53.53' 0.00" Alt: 1011.0000 msm



Lon: 6° 50.57' 0.00" Lat: 41° 53.95' 0.00" Alt: 851.0000 msm



Lon: 6° 50.43' 0.00" Lat: 41° 53.90' 0.00" Alt: 839.0000 msm



Lon: 6° 46.26' 0.00" Lat: 41° 51.13' 0.00" Alt: 743.0000 msm



Lon: 6° 46.24' 0.00" Lat: 41° 51.12' 0.00" Alt: 746.0000 msm



Lon: 6° 46.13' 0.00" Lat: 41° 51.16' 0.00" Alt: 740.0000 msm



Lon: 6° 45.94' 0.00" Lat: 41° 56.36' 0.00" Alt: 1017.0000 msm



Lon: 6° 45.94' 0.00" Lat: 41° 56.35' 0.00" Alt: 1015.0000 msm



Lon: 6° 45.93' 0.00" Lat: 41° 56.35' 0.00" Alt: 1017.0000 msm



Lon: 6° 50.52' 0.00" Lat: 41° 53.99' 0.00" Alt: 813.0000 msm



Lon: 6° 50.56' 0.00" Lat: 41° 53.96' 0.00" Alt: 822.0000 msm



Lon: 6° 28.09' 0.00" Lat: 41° 16.22' 0.00" Alt: 607.0000 msm



Lon: 6° 28.08' 0.00" Lat: 41° 16.21' 0.00" Alt: 593.0000 msm



Lon: 6° 28.12' 0.00" Lat: 41° 16.16' 0.00" Alt: 633.0000 msm



Lon: 6° 28.08' 0.00" Lat: 41° 16.19' 0.00" Alt: 597.0000 msm



Lon: 6° 25.60' 0.00" Lat: 41° 23.17' 0.00" Alt: 717.0000 msm



Lon: 6° 28.05' 0.00" Lat: 41° 20.79' 0.00" Alt: 703.0000 msm



Lon: 6° 28.04' 0.00" Lat: 41° 20.79' 0.00" Alt: 696.0000 msm



Lon: 6° 26.60' 0.00" Lat: 41° 27.58' 0.00" Alt: 717.0000 msm



Lon: 6° 21.27' 0.00" Lat: 41° 28.37' 0.00" Alt: 698.0000 msm



Lon: 6° 21.26' 0.00" Lat: 41° 28.37' 0.00" Alt: 704.0000 msm



Lon: 6° 31.65' 0.00" Lat: 41° 18.98' 0.00" Alt: 699.0000 msm



Lon: 6° 37.56' 0.00" Lat: 41° 15.85' 0.00" Alt: 640.0000 msm



Lon: 6° 40.74' 0.00" Lat: 41° 14.41' 0.00" Alt: 636.0000 msm



Lon: 6° 40.73' 0.00" Lat: 41° 14.40' 0.00" Alt: 681.0000 msm



Lon: 6° 40.37' 0.00" Lat: 41° 14.17' 0.00" Alt: 669.0000 msm



Lon: 6° 40.41' 0.00" Lat: 41° 14.21' 0.00" Alt: 686.0000 msm



Lon: 6° 40.73' 0.00" Lat: 41° 14.38' 0.00" Alt: 673.0000 msm



Lon: 6° 40.39' 0.00" Lat: 41° 18.41' 0.00" Alt: 768.0000 msm



Lon: 6° 15.78' 0.00" Lat: 41° 34.83' 0.00" Alt: 770.0000 msm



Lon: 6° 43.15' 0.00" Lat: 41° 20.34' 0.00" Alt: 755.0000 msm



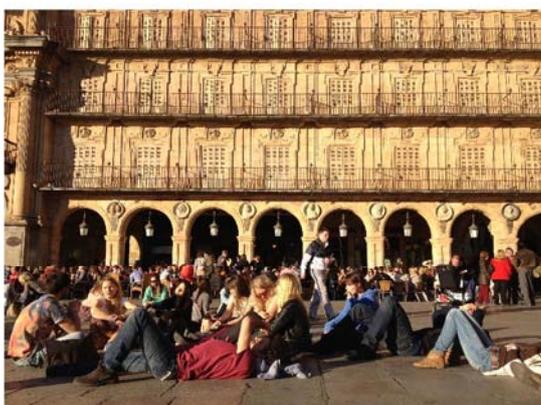
Lon: 6° 43.22' 0.00" Lat: 41° 20.24' 0.00" Alt: 743.0000 msm



Lon: 6° 3.91' 0.00" Lat: 41° 27.08' 0.00" Alt: 772.0000 msm



Lon: 6° 16.25' 0.00" Lat: 41° 25.25' 0.00" Alt: 726.0000 msm



Lon: 5° 39.83' 0.00" Lat: 40° 57.91' 0.00" Alt: 828.0000 msm



Lon: 6° 3.90' 0.00" Lat: 41° 27.08' 0.00" Alt: 751.0000 msm



Lon: 6° 3.66' 0.00" Lat: 41° 26.91' 0.00" Alt: 787.0000 msm



Lon: 6° 6.05' 0.00" Lat: 41° 28.39' 0.00" Alt: 638.0000 msm



Lon: 6° 6.24' 0.00" Lat: 41° 28.15' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 0.59' 0.00" Lat: 41° 25.73' 0.00" Alt: 763.0000 msm



Lon: 6° 0.59' 0.00" Lat: 41° 25.73' 0.00" Alt: 765.0000 msm



Lon: 6° 24.32' 0.00" Lat: 41° 31.69' 0.00" Alt: 731.0000 msm



Lon: 6° 29.65' 0.00" Lat: 41° 0.99' 0.00" Alt: 728.0000 msm



Lon: 6° 33.84' 0.00" Lat: 41° 19.38' 0.00" Alt: 755.0000 msm



Lon: 6° 25.59' 0.00" Lat: 41° 23.23' 0.00" Alt: 713.0000 msm



Lon: 6° 57.49' 0.00" Lat: 41° 43.24' 0.00" Alt: 710.0000 msm



Lon: 6° 17.53' 0.00" Lat: 41° 38.86' 0.00" Alt: 826.0000 msm



Lon: 6° 10.79' 0.00" Lat: 41° 32.20' 0.00" Alt: 765.0000 msm



Lon: 6° 12.90' 0.00" Lat: 41° 26.43' 0.00" Alt: 745.0000 msm



Lon: 6° 42.38' 0.00" Lat: 40° 50.94' 0.00" Alt: 675.0000 msm



Lon: 6° 42.52' 0.00" Lat: 40° 51.00' 0.00" Alt: 668.0000 msm



Lon: 6° 47.79' 0.00" Lat: 40° 59.13' 0.00" Alt: 580.0000 msm



Lon: 6° 31.38' 0.00" Lat: 41° 14.37' 0.00" Alt: 690.0000 msm



Lon: 5° 59.92' 0.00" Lat: 41° 5.42' 0.00" Alt: 794.0000 msm



Lon: 6° 15.90' 0.00" Lat: 41° 34.97' 0.00" Alt: 776.0000 msm



7. EXEMPLOS DA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA



Figura 14 Casa Oliveira. Eduardo Souto de Moura



Figura 15 Casas em Affoltern-an-Albis,
Suíça Metron Architekturbüro

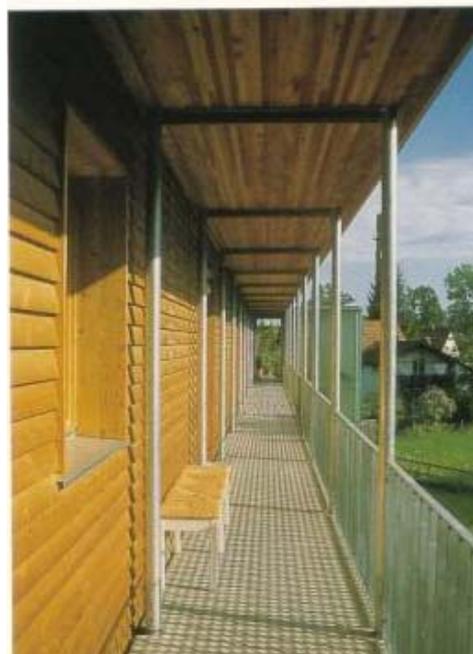


Figura 16 Prédio em Dornbirn, na
Áustria Hermann Kaufmann

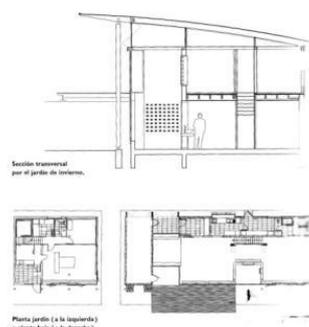


Figura 17
Gate House Sonia
Perche Cortesse



Referências

Xenofonte, *Memorabilia*, VIII

Pararadera Yanez, Guillermo: *"Arquitetura Solar.Aspectos iluminação bioclimática e natural passiva "*, Ministério da Construção e Desenvolvimento Urbano, Madrid, 1988.

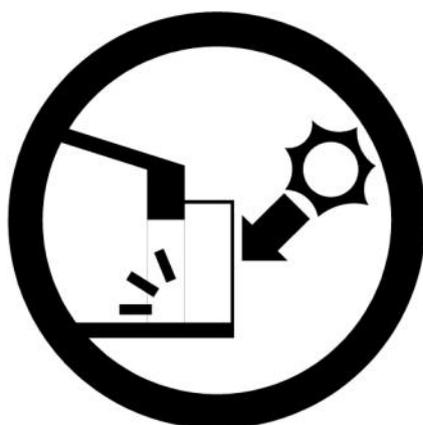
Pararadera Yanez, Guillermo: *"arquitetura solar e iluminação natural"* Munilla-Leria, Madrid, 2008.

Mazria, Edward, "O Livro da energia solar passiva" Gustavo Gili, México, 1983.

Menendez Granados, Helen: *"Princípios e estratégias bioclimáticas de projeto em arquitetura e urbanismo.03. Eficiência energética do Conselho "Superior de Colégios de Arquitectos de Espanha, 2006.*

Neila Gonzalez, F. Javier: *"Arquitetura Bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria.2004.

Gauzin-Muller, Dominique, "Arquitetura Ecológica" Gustavo Gili, Barcelona, 2002.



Estufa anexa





1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

Os miradouros anexos, as galerias envidraçadas são sistemas de captação solar baseados no efeito estufa.

Estes sistemas ligados às fachadas dos edifícios necessitam de uma série de mecanismos que regulem a entrada de calor assim como uma orientação específica para seu uso adequado.

2. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO



Figura 1 Funcionamento no inverno e no verão de mirador



A estufa anexa e a galeria criar um espaço que capta a radiação e acumula o calor na parede da fachada que é transmitida para a área a ser aquecida através dos seguintes mecanismos.

- Parede de grande conexão de massa térmica
- Troca de ar através dos furos de passagem

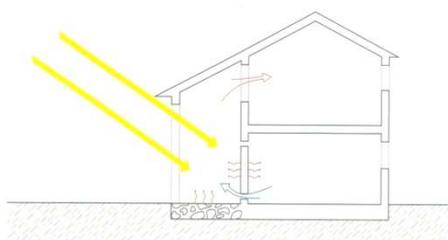
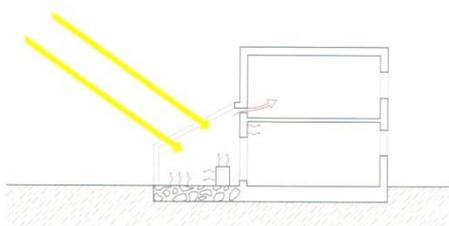


Figura 2 Diferentes sistemas de transmissão de calor

Para latitudes temperadas de alta radiação sazonal é necessário contar com mecanismos (saliências, persianas, cortinas, ou vegetação) para evitar superaquecimento, assim como, os sistemas de controlo passagem que evitem perda de energia nas noites de inverno.

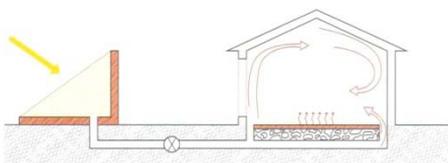


Figura 3 Sistema de captación remota

Estes vidros devem permitir uma ventilação direta.



3. PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICAS FÍSICA

• Efeito estufa

A longitude de onda da radiação solar que atinge a terra é entre 300 e 3500 nm. Por sua vez, o vidro é permeável à radiação de onda curta (menos de 2500 nm), que se torna 97% deste. Parte desta radiação é refletida, cerca de 7%, Além disso, cerca de 10% é absorvida pelo vidro e transmitida para o interior e o exterior sob estes termos.

A restante energia penetra aquecendo os corpos no que incide. Estes corpos emitem de novo a radiação que a energia de infravermelhos de longitude de onda nm 11.000, uma longitude da onda para o qual o vidro é opaco, mantendo-se assim presa e aquecendo o ar.

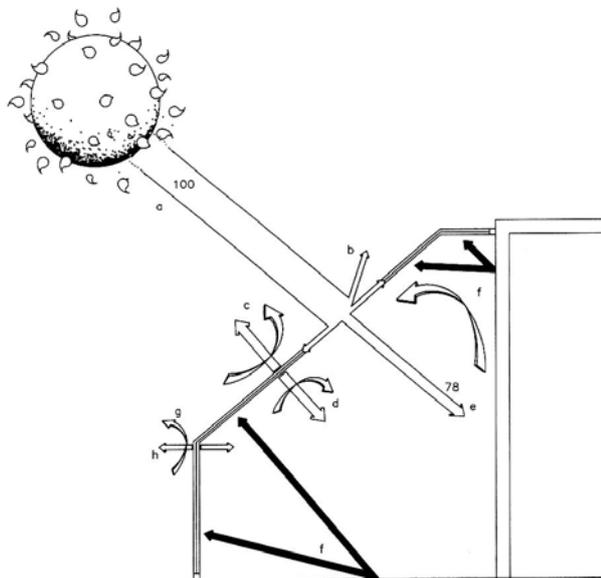


Figura 4 Efeito invernadero

• A inércia térmica

O armazenamento de calor através da capacidade térmica dos materiais de massa elevada, de alta densidade e seu retorno subsequente ao ambiente (retardo).



- **Albedo**

Capacidade de reflexão ou a absorção de radiação eletromagnética de um material, dependendo da cor da superfície.

4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDO

A parede de Trombe é uma adaptação do sistema bioclimático tradicional implementado pelo engenheiro Felix Trombe [1] numa casa experimental localizada nos Pirineus franceses, em 1967. Ela consiste em reduzir o efeito de estufa em dimensões de uma câmara mínimas entre uma parede de vidro externa sul e uma massa térmica elevada (espessa e densa) que tem orifícios controláveis colocados em cima e em baixo, de modo a permitir a distribuição de calor através de um circuito de convecção.

Deve ter-se em consideração que a superfície exterior da parede tem que ser escura (albedo baixo) para impedir as perdas de reflexão o tipo de vidro deve ser adequado (vidros duplos, o grau de reflexão...) e a proteção exterior para manter quente à noite.

Propomos como uma solução para capturar energia solar passiva radiação, método de baixo custo para ambos os edifícios existentes (reabilitação de energia) e para a construção nova. Estes seriam os parâmetros a serem calculados de acordo com F. Javier Neila:

- Espessura dimensionada da parede e composição para calcular o atraso que permite continuar a aquecer durante a noite.
- Superfície de vidro: entre 0,25 e 0,80 m² para cada metro quadrado da condição da superfície.
- A área de aberturas para permitir a circulação de ar adequada, que é 100 cm² por metro quadrado de parede.



- A espessura da câmara de ar: cerca de 10 cm.
- Para Latitude 40°N:
 - Edifícios bem isolados: 0,44 m^2 vidro/ m^2 de local
 - Edifícios med. aislados: 0,60 m^2 vidro/ m^2 de local
 - Edifícios mal aislados: 0,74 m^2 vidro/ m^2 de local

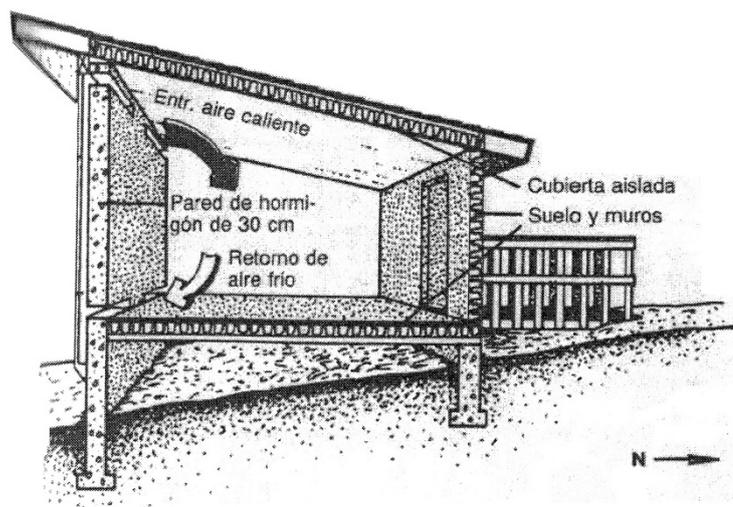


Figura 5 Secção da moradia Trombe en Odeillo, Francia. [1]

5. LOCAIS RECOMENDADOS

Estufas anexadas se colocam as fachadas sul e em qualquer clima da península, enquanto as galerias não são recomendadas para climas com verões quentes, pois podem levar a um superaquecimento nestas latitudes que ficariam reduzidos a lugares de passagem.



6. ESTUDO DE CASO

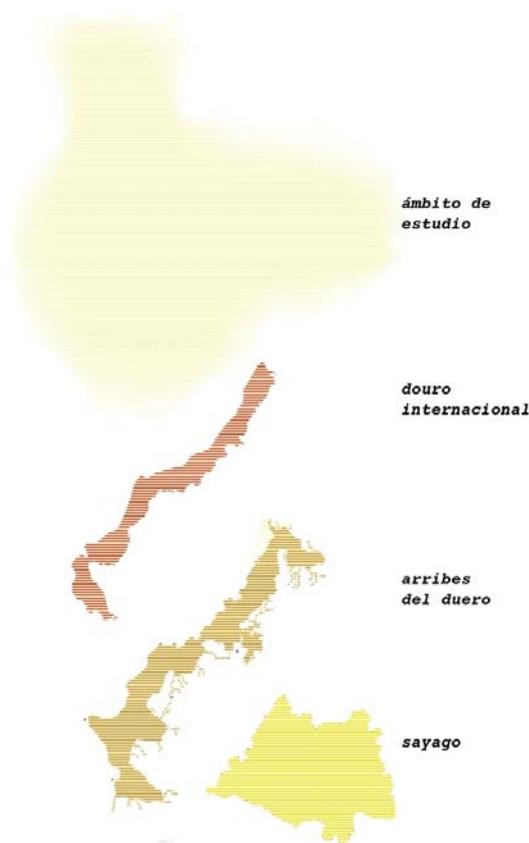
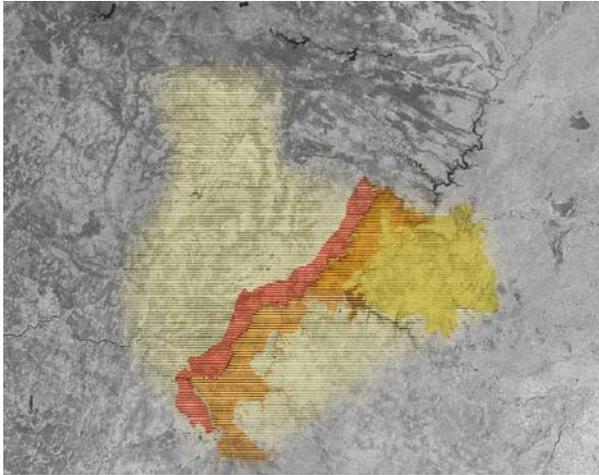


Figura 6 Âmbito

Para este trabalho de campo foram visitadas **80 localidades** na área de estudo:

Área de estudo: região transfronteiriça Parque Natural Douro Internacional, Parque Natural Arribes del Duero e Parque Natural de Montesinho.

-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha.

-Espanña: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero..

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português.
- Microclima Mediterrânico – região do Douro.
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca



Lon: 6° 16.48' 0.00" Lat: 41° 29.77' 0.00" Alt: 680.7795 msm



Lon: 6° 23.92' 0.00" Lat: 41° 19.06' 0.00" Alt: 683.6374 msm



Lon: 6° 2.53' 0.00" Lat: 41° 24.09' 0.00" Alt: 770.0000 msm



Lon: 6° 50.44' 0.00" Lat: 41° 53.93' 0.00" Alt: 802.0000 msm



Lon: 6° 10.88' 0.00" Lat: 41° 32.19' 0.00" Alt: 761.0000 msm



Lon: 6° 10.91' 0.00" Lat: 41° 32.20' 0.00" Alt: 757.0000 msm



Lon: 6° 10.90' 0.00" Lat: 41° 32.20' 0.00" Alt: 771.0000 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.19' 0.00" Alt: 659.3008 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.17' 0.00" Alt: 661.0000 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.17' 0.00" Alt: 658.0000 msm



Lon: 5° 44.76' 0.00" Lat: 41° 30.16' 0.00" Alt: 658.0000 msm



Lon: 5° 44.78' 0.00" Lat: 41° 30.20' 0.00" Alt: 660.6108 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.19' 0.00" Alt: 662.0000 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.19' 0.00" Alt: 664.0000 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.20' 0.00" Alt: 661.0000 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.20' 0.00" Alt: 666.0000 msm



Lon: 5° 44.77' 0.00" Lat: 41° 30.24' 0.00" Alt: 714.0000 msm



Lon: 5° 44.75' 0.00" Lat: 41° 30.23' 0.00" Alt: 658.0000 msm



Lon: 5° 44.62' 0.00" Lat: 41° 30.29' 0.00" Alt: 653.0000 msm



Lon: 6° 23.43' 0.00" Lat: 41° 19.25' 0.00" Alt: 677.0000 msm



Lon: 6° 27.88' 0.00" Lat: 41° 16.13' 0.00" Alt: 610.0000 msm



Lon: 5° 59.99' 0.00" Lat: 41° 5.28' 0.00" Alt: 752.8165 msm



Lon: 6° 42.50' 0.00" Lat: 40° 50.99' 0.00" Alt: 670.0000 msm



Lon: 6° 42.54' 0.00" Lat: 40° 51.01' 0.00" Alt: 678.0000 msm



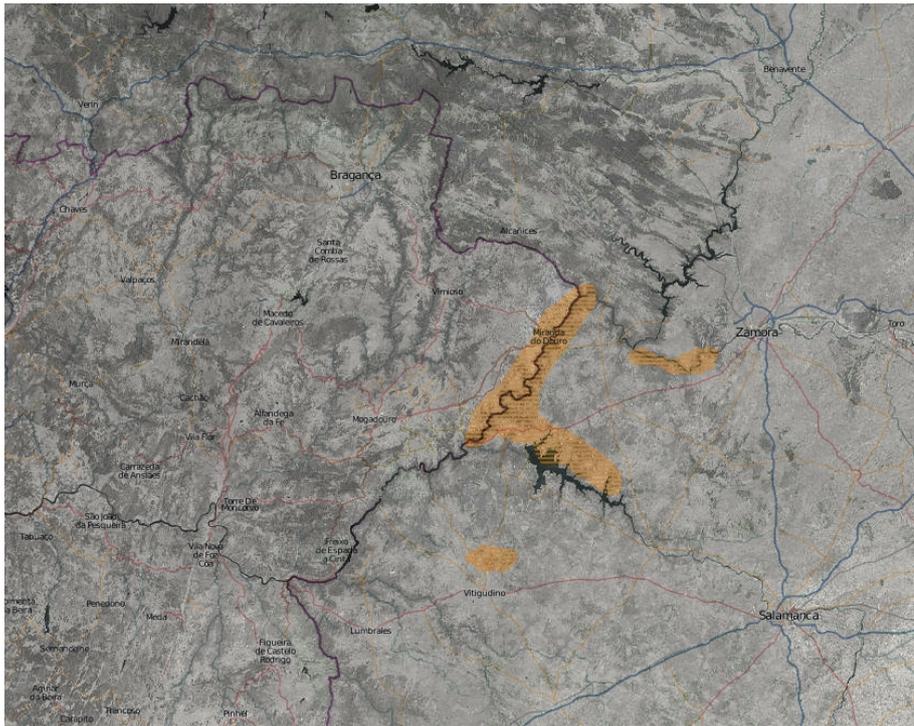
Lon: 5° 59.93' 0.00" Lat: 41° 5.29' 0.00" Alt: 757.0000 msm



Lon: 5° 59.92' 0.00" Lat: 41° 5.42' 0.00" Alt: 788.0000 msm



Lon: 5° 59.99' 0.00" Lat: 41° 5.37' 0.00" Alt: 781.0000 msm

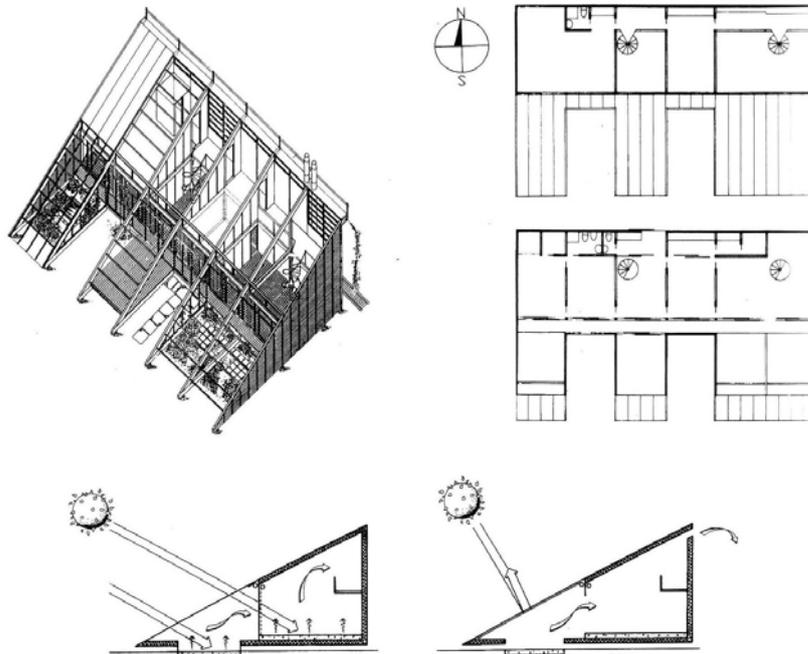


***invernaderos
adosados***

Figura 8 Mapa de implantação – zonas da solução com estufas e galerias anexas



7. APLICAÇÃO NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA



Estufas sul para a captação solar, com uma grande cobertura inclinada e continua que permite o ar quente chegue às salas mais distantes das estufas.

Figura 9 Ratisbona, Munich (Thomas Herzog 1979)

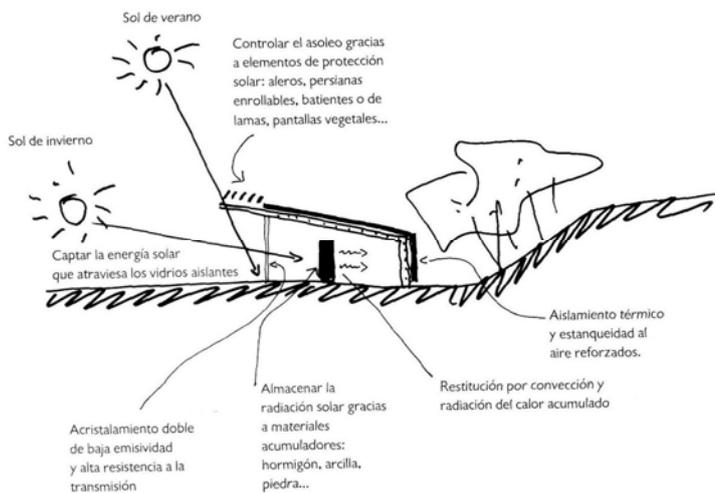


Figura 10 Casa domótica Chambray-lès-Tours,. (Arquitecto: Jean-Yves Barrier, 1990)

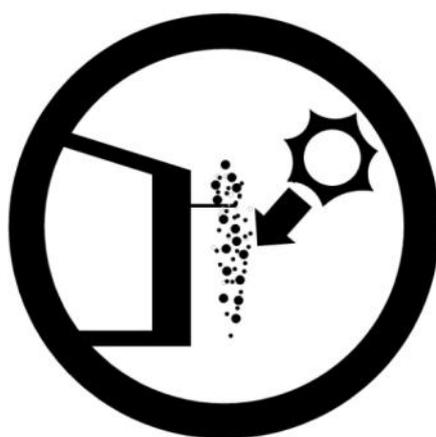


Referências

- Pararadera Yanez, Guillermo:** *"Arquitetura Solar.Aspectos iluminação bioclimática e natural passiva "*, Ministério da Construção e Desenvolvimento Urbano, Madrid, 1988.
- Pararadera Yanez, Guillermo:** *"arquitetura solar e iluminação natural"* Munilla-Leria, Madrid, 2008.
- Mazria, Edward,** "O Livro da energia solar passiva" Gustavo Gili, México, 1983.
- Menendez Granados, Helen:** *"Princípios e estratégias bioclimáticas de projeto em arquitetura e urbanismo.03. Eficiência energética do Conselho "Superior de Colégios de Arquitectos de Espanha, 2006.*
- Neila Gonzalez, F. Javier:** *"Arquitetura Bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria.2004.
- Gauzin-Muller, Dominique,** "Arquitetura Ecológica" Gustavo Gili, Barcelona, 2002.

Notas

- [1] Casa construída em 1967 para projetos por Felix Trombe e Jacques arquiteto Michel. Ele utiliza uma parede 60 centímetros de espessura. Betão pintado de preto para absorver a radiação solar que entra através do vidro.



Muro Vegetal





1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

*"Vários estudos sobre o comportamento de telhados já foram realizados. No entanto, **no que diz respeito aos estudos sobre os muros vegetais, há ainda um amplo campo de investigação, pondera-se o potencial tão significativo destes sistemas de construção, considerando a sua maior superfície de ocupação nos edifícios em altura num limite horizontal. É importante alargar a sua aplicação para a restauração de ambos os edifícios e espaços exteriores, realizar estudos relacionados ao custo-benefício deste tipo de soluções.***

As envolventes vegetais constituem um sistema proteção das edificações; evitando um o superaquecimento no verão, dos espaços interiores e no Inverno as perdas de energia. Ao mesmo tempo atingem uma quebra de temperatura de brisas, próximas das paredes além de aumentar a humidade ambiental, devido ao processo de evapotranspiração das plantas. "

“Planta de Sistemas
melhorar a qualidade das cidades”

Grupo de Pesquisa da ABIO UPM,
Arquitetura Bioclimática um meio ambiente sustentável, 2009

A solução arquétipo tradicional, no campo de estudo é formada por dois elementos arquitetónicos simples. Estes são os suportes denominados de suporte guia e da disposição de solos macios a modo de canteiro sob os muros.

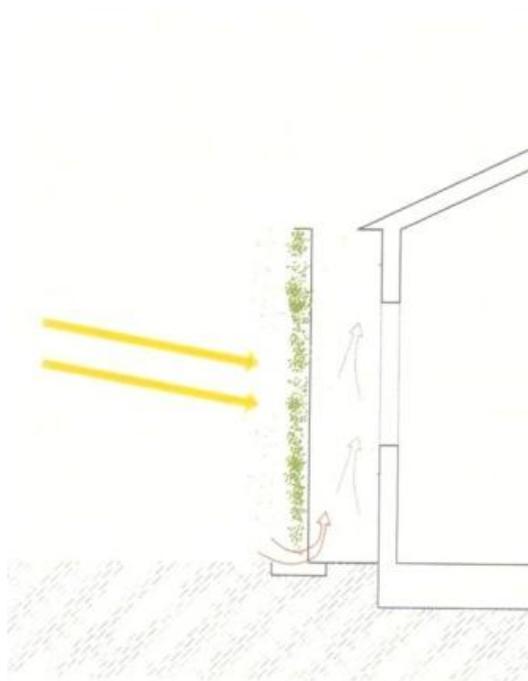


Figura 1 Integração arquitetónica dos muros vegetais



Estes elementos permitem o crescimento da vida vegetal afetando positivamente a edificação em termos climáticos e evitando ao mesmo tempo as patologias que podem provocar o enraizamento indevido das plantas nos muros.

2. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO



As paredes vegetais dispostas a uma certa distância do parâmetro gera um espaço intermédio, com condições higrotérmicas mais próximas de níveis de conforto que o exterior.

Supõem também, alterando sombreamento e albedo, uma solução para uma regulação sazonal.

Vegetação como uma inércia de controlo solar dos muros de inercia captadores - acumuladores

Figura 2 pré-condicionamento através do muro vegetal separado do recinto



3. PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS FÍSICA

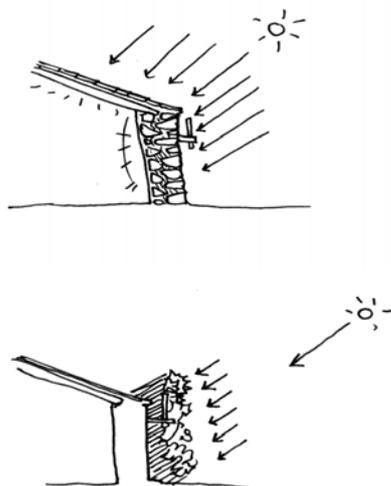


Figura 3 adaptação sazonal

A utilização de vegetação para o arrefecimento é adequada não só para a capacidade de evaporação da superfície das folhas, como o metabolismo da planta é responsável por decantação da água das suas raízes evitando o sistema de bombagem.

Uma planta é capaz de evaporar a 500 kg ao ano por cada metro quadrado de superfície exterior (segundo espécies), representando 1212MJ/m² ao ano que equivale a uma potência de arrefecimento de 40 W/m² superfície vegetal (Dados extraídos de Neila, 2004)



4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDO

A poupança energética conseguida é favorecida por mecanismos como a intercetação da radiação solar, o arrefecimento evaporativo e isolamento. No entanto, existem restrições de parâmetros como os seguintes: índice de área da folha, humidade, da espessura do substrato, a densidade de folhagem, cor e textura das folhas, as condições meteorológicas e adversas climáticas do local e do comportamento da espécie em função da altura.

A sombra gerada pela vegetação evita que materiais como pedra ou o concreto absorvem a radiação e a cedam ao meio em forma de energia térmica. Também aumenta a humidade relativa, como um resultado da evaporação. As plantas perdem água para o meio ambiente. Nesta mudança de fase o calor do ar circundante é utilizado, de modo que, além de aumentar a humidade ambiente, diminui a temperatura do ar.

A presença de vegetação em ambientes quentes pode arrefecer as temperaturas exteriores em 5 ° C, com a estimativa de cerca de 50% na poupança de refrigeração, reduzindo o aumento da temperatura nas cidades por efeito de ilha de calor.

- Capacidade de evaporação por metro quadrado em função da espécies das plantas, época do ano e à entrada de água.
- Em função do anterior, a potência de refrigeração por m².
- Condições higrotérmicas do espaço intersticial em função da largura da ete, a altura do muro vegetal e das condições externas.

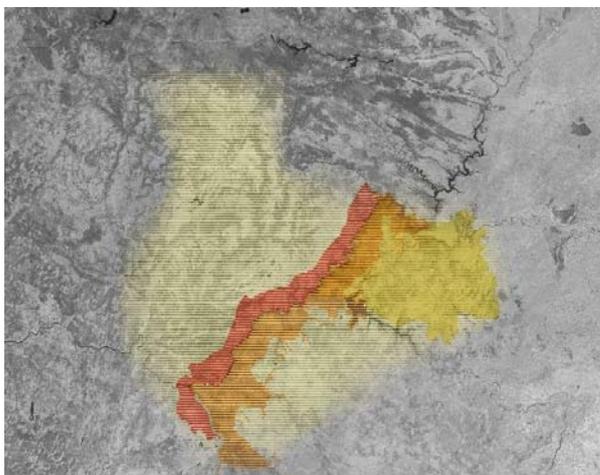
5. LOCAIS RECOMENDADOS

Dentro de um determinado local, as orientações adequadas para a implementação de muros vegetais estão no hemisfério norte, as orientações do sul e oeste a ser mais afetadas pela radiação solar.

O sistema é adequado para climas diferentes, em que a regulação sazonal do sistema de almofada as diferenças verão - inverno.

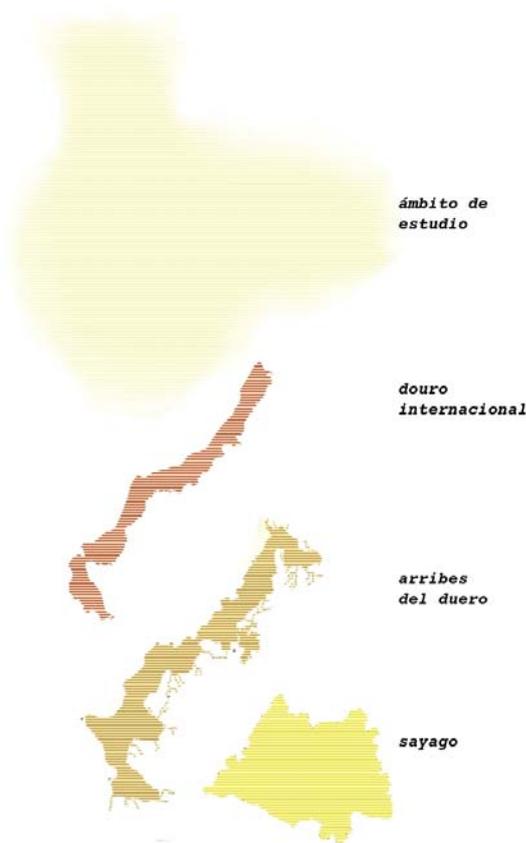


6. CASO DE ESTUDIO



Exemplos de sistema localizados entre as **80 localidades** visitadas na área de estudo:

Área de estudo: região transfronteiriça Parque Natural Douro Internacional, Parque Natural Arribes del Duero e Parque Natural de Montesinho.



-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha.

-Espanña: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero..

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português.
- Microclima Mediterrânico – região do Douro.
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca

Figura 4 Àmbito

6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

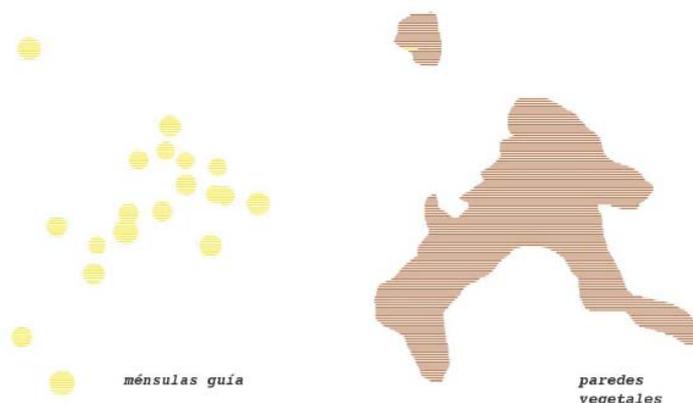
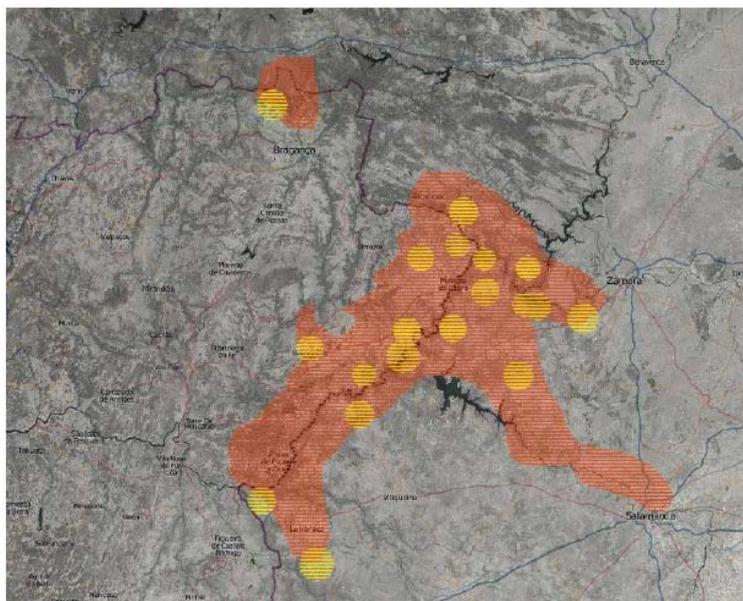


Figura 5 Muros vegetais no âmbito de estudo

Na área de estudo foram encontradas paredes vegetais de forma sistemática na maioria das localidades do âmbito de estudo no sul e oeste.

Observou-se um sistema integrado, na arquitetura que dá suporte as treliças elevadas acima da linha de cornija e separando-os dos muros, que chamamos de "suporte guia." No esquema seguinte pode observar-se a sobrevivência deste sistema apenas em alguns pontos, por vezes desprovidas de latada, alguns em uso ativo.

Nas páginas seguintes são detalhadas com a localização das paredes vegetais e a presença de suporte guia.

Detalhe fotográfico geolocalizado correspondente ao sistema de suporte guia,
que aparece no **Mapa de Implementação**.

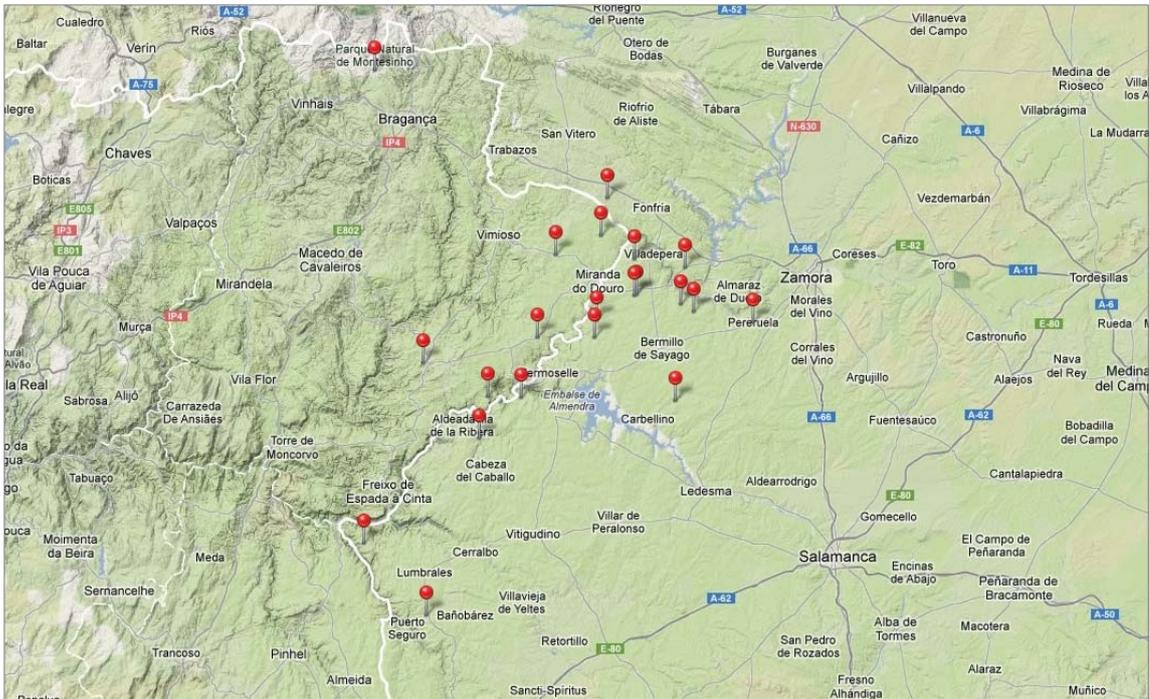
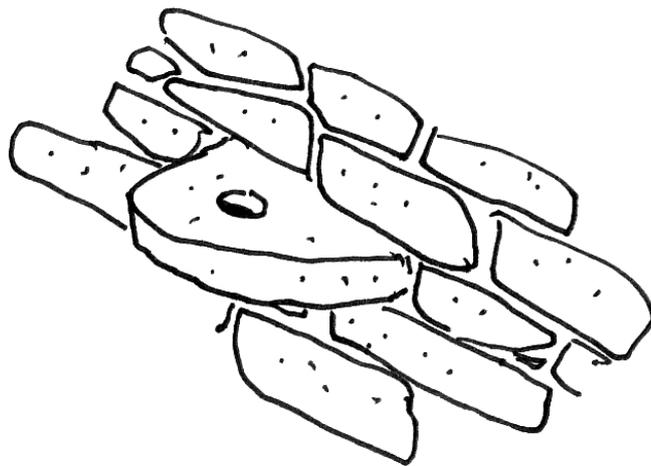


Figura 6 Mapa implementação -suportes guia -





Lon: 6° 16.48' 0.00" Lat: 41° 25.12' 0.00" Alt: 735.0000 msm



Lon: 6° 16.47' 0.00" Lat: 41° 25.11' 0.00" Alt: 738.0000 msm



Lon: 6° 16.47' 0.00" Lat: 41° 25.12' 0.00" Alt: 735.0000 msm



Lon: 6° 16.47' 0.00" Lat: 41° 25.12' 0.00" Alt: 730.0000 msm



Lon: 6° 16.48' 0.00" Lat: 41° 25.12' 0.00" Alt: 724.0000 msm



Lon: 6° 16.54' 0.00" Lat: 41° 25.17' 0.00" Alt: 724.0000 msm



Lon: 6° 16.28' 0.00" Lat: 41° 25.18' 0.00" Alt: 714.0000 msm



Lon: 6° 3.78' 0.00" Lat: 41° 27.12' 0.00" Alt: 774.0000 msm



Lon: 6° 3.78' 0.00" Lat: 41° 27.11' 0.00" Alt: 775.0000 msm



Lon: 6° 3.77' 0.00" Lat: 41° 27.12' 0.00" Alt: 772.0000 msm



Lon: 6° 6.03' 0.00" Lat: 41° 28.17' 0.00" Alt: 717.0000 msm



Lon: 6° 6.25' 0.00" Lat: 41° 28.16' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 22.80' 0.00" Lat: 41° 32.83' 0.00" Alt: 737.0000 msm



Lon: 6° 34.53' 0.00" Lat: 41° 11.57' 0.00" Alt: 679.0000 msm



Lon: 6° 50.44' 0.00" Lat: 41° 53.96' 0.00" Alt: 828.0000 msm



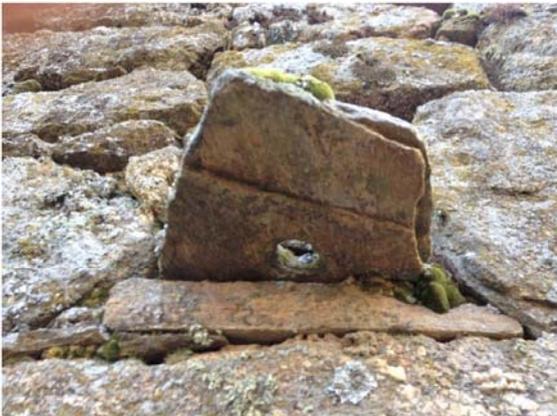
Lon: 6° 10.80' 0.00" Lat: 41° 32.23' 0.00" Alt: 778.0000 msm



Lon: 6° 10.80' 0.00" Lat: 41° 32.23' 0.00" Alt: 779.0000 msm



Lon: 6° 10.78' 0.00" Lat: 41° 32.25' 0.00" Alt: 784.0000 msm



Lon: 6° 10.78' 0.00" Lat: 41° 32.25' 0.00" Alt: 783.0000 msm



Lon: 6° 10.77' 0.00" Lat: 41° 32.25' 0.00" Alt: 778.0000 msm



Lon: 6° 10.77' 0.00" Lat: 41° 32.25' 0.00" Alt: 762.0000 msm



Lon: 6° 10.82' 0.00" Lat: 41° 32.21' 0.00" Alt: 763.0000 msm



Lon: 6° 28.04' 0.00" Lat: 41° 16.33' 0.00" Alt: 583.0000 msm



Lon: 6° 10.79' 0.00" Lat: 41° 28.10' 0.00" Alt: 753.0000 msm



Lon: 6° 10.79' 0.00" Lat: 41° 28.10' 0.00" Alt: 740.0000 msm



Lon: 6° 10.80' 0.00" Lat: 41° 28.10' 0.00" Alt: 758.0000 msm



Lon: 6° 10.61' 0.00" Lat: 41° 28.18' 0.00" Alt: 774.0000 msm



Lon: 6° 10.50' 0.00" Lat: 41° 28.15' 0.00" Alt: 781.0000 msm



Lon: 6° 10.50' 0.00" Lat: 41° 28.17' 0.00" Alt: 773.0000 msm



Lon: 6° 10.75' 0.00" Lat: 41° 28.05' 0.00" Alt: 758.0000 msm



Lon: 6° 12.63' 0.00" Lat: 41° 26.55' 0.00" Alt: 740.0000 msm



Lon: 6° 12.64' 0.00" Lat: 41° 26.55' 0.00" Alt: 745.0000 msm



Lon: 6° 12.62' 0.00" Lat: 41° 26.55' 0.00" Alt: 747.0000 msm



Lon: 6° 42.57' 0.00" Lat: 40° 51.05' 0.00" Alt: 671.0000 msm



Lon: 6° 44.87' 0.00" Lat: 40° 52.40' 0.00" Alt: 642.0000 msm



Lon: 6° 16.28' 0.00" Lat: 41° 25.18' 0.00" Alt: 694.0000 msm



Lon: 6° 16.94' 0.00" Lat: 41° 23.23' 0.00" Alt: 687.0000 msm



Lon: 6° 19.86' 0.00" Lat: 41° 21.65' 0.00" Alt: 714.0000 msm



Lon: 6° 15.92' 0.00" Lat: 41° 34.91' 0.00" Alt: 768.0000 msm



Lon: 6° 43.12' 0.00" Lat: 41° 20.30' 0.00" Alt: 749.0000 msm



Lon: 6° 3.78' 0.00" Lat: 41° 27.12' 0.00" Alt: 771.0000 msm



Lon: 6° 16.50' 0.00" Lat: 41° 25.23' 0.00" Alt: 724.0000 msm



Lon: 6° 16.50' 0.00" Lat: 41° 25.12' 0.00" Alt: 723.0000 msm



Lon: 6° 16.51' 0.00" Lat: 41° 25.12' 0.00" Alt: 744.0000 msm



Lon: 6° 16.58' 0.00" Lat: 41° 25.11' 0.00" Alt: 728.0000 msm



Lon: 6° 16.53' 0.00" Lat: 41° 25.18' 0.00" Alt: 715.0000 msm



Lon: 5° 40.04' 0.00" Lat: 40° 57.67' 0.00" Alt: 791.0000 msm



Lon: 6° 1.76' 0.00" Lat: 41° 26.22' 0.00" Alt: 760.0000 msm



Lon: 6° 6.02' 0.00" Lat: 41° 28.19' 0.00" Alt: 741.0000 msm



Lon: 6° 2.94' 0.00" Lat: 41° 31.28' 0.00" Alt: 774.0000 msm



Lon: 6° 30.18' 0.00" Lat: 41° 23.39' 0.00" Alt: 691.0000 msm



Lon: 6° 23.08' 0.00" Lat: 41° 32.85' 0.00" Alt: 731.0000 msm



Lon: 6° 22.83' 0.00" Lat: 41° 32.79' 0.00" Alt: 732.0000 msm



Lon: 6° 30.17' 0.00" Lat: 41° 18.68' 0.00" Alt: 722.0000 msm



Lon: 6° 50.44' 0.00" Lat: 41° 53.93' 0.00" Alt: 790.0000 msm



Lon: 6° 50.59' 0.00" Lat: 41° 53.90' 0.00" Alt: 822.0000 msm



Lon: 6° 50.59' 0.00" Lat: 41° 53.91' 0.00" Alt: 830.0000 msm



Lon: 6° 10.95' 0.00" Lat: 41° 32.18' 0.00" Alt: 761.0000 msm



Lon: 6° 11.03' 0.00" Lat: 41° 32.25' 0.00" Alt: 0.0000 msm



Lon: 6° 10.95' 0.00" Lat: 41° 32.20' 0.00" Alt: 777.0000 msm



Lon: 6° 25.60' 0.00" Lat: 41° 23.17' 0.00" Alt: 700.0000 msm



Lon: 6° 25.60' 0.00" Lat: 41° 23.17' 0.00" Alt: 712.0000 msm



Lon: 6° 26.70' 0.00" Lat: 41° 27.58' 0.00" Alt: 722.0000 msm



Lon: 6° 26.67' 0.00" Lat: 41° 27.45' 0.00" Alt: 715.0000 msm



Lon: 6° 26.42' 0.00" Lat: 41° 27.98' 0.00" Alt: 719.0000 msm



Lon: 6° 18.38' 0.00" Lat: 41° 24.05' 0.00" Alt: 650.0000 msm



Lon: 6° 22.78' 0.00" Lat: 41° 22.28' 0.00" Alt: 627.0000 msm



Lon: 6° 40.90' 0.00" Lat: 41° 14.35' 0.00" Alt: 664.0000 msm



Lon: 5° 59.91' 0.00" Lat: 41° 5.45' 0.00" Alt: 773.0000 msm



Lon: 6° 13.88' 0.00" Lat: 41° 32.31' 0.00" Alt: 722.0000 msm



Lon: Lat: Alt: msm



7. APLICAÇÃO NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA



Figura 8 Bairro Jardim Vertical de Las Delicias (Zaragoza)

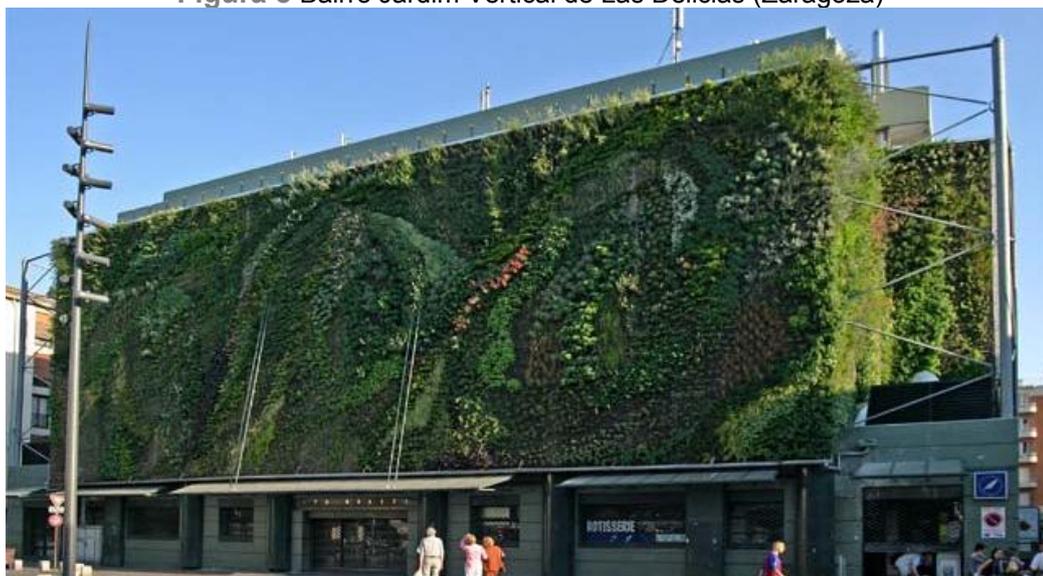


Figura 9 Jardim vertical em Avignon. Patrick Blanc



Figura 10 Casa Hundert-wasser, Viena

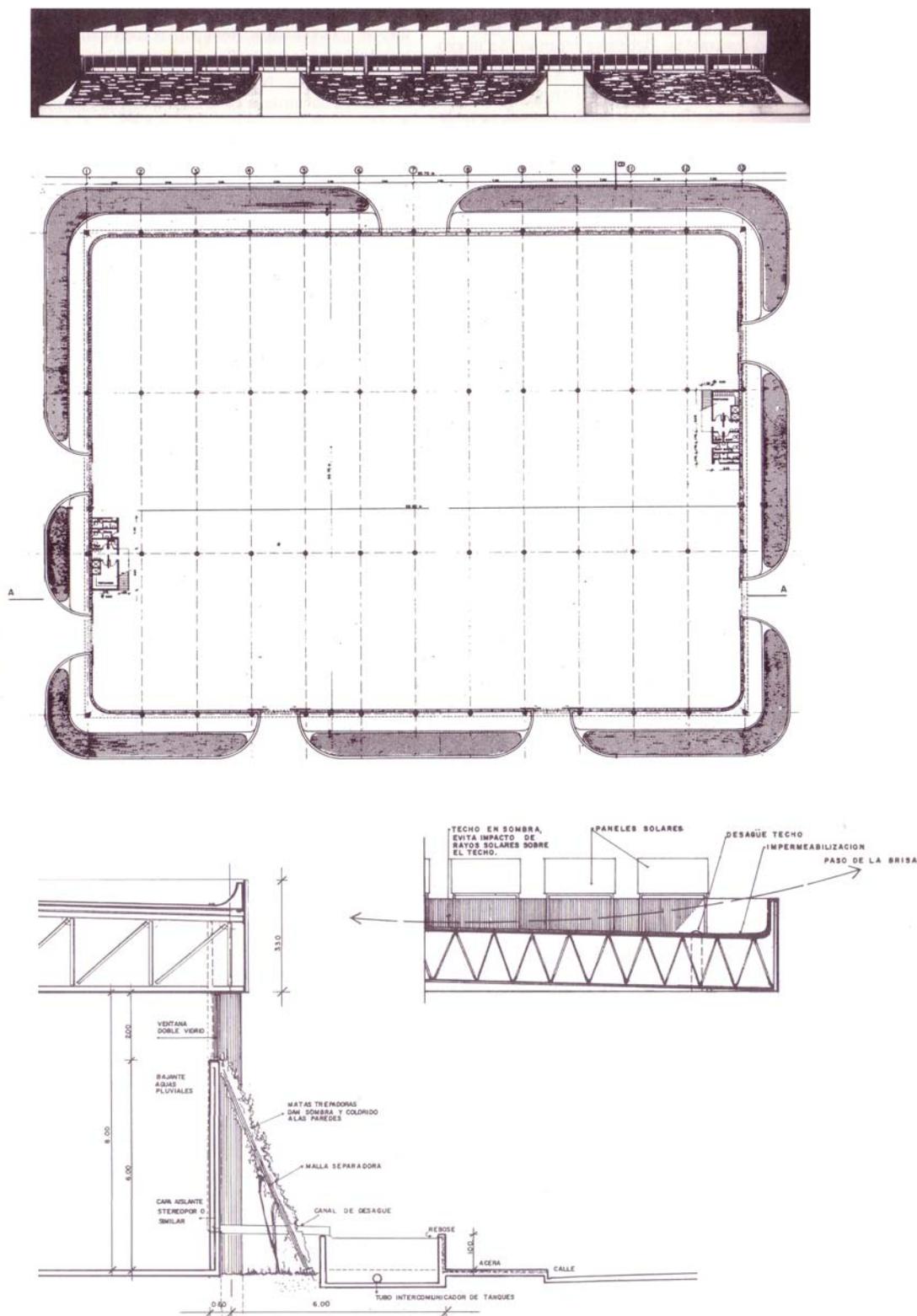


Figura 11 Edificio experimental Comercio-Industrial arrefecido por energia solar e muros vegetais. Din Bornhorst com o “Georgia Institute of Technology” 1978



Referências

Ramon Moliner, Fernando: *"suor, roupa e arquiteturas"* H. Blume Edições, Barcelona, 1980.

Pararadera Yanez, Guillermo: *"Arquitectura Solar. Aspectos de iluminación passiva bioclimática e natural "*, Ministério da Construção e Desenvolvimento Urbano, Madrid, 1988

Pararadera Yanez, Guillermo: *"arquitectura solar e iluminação natural"* Munilla-Leria, Madrid, 2008

Neila Gonzalez, F. Javier: *"Arquitectura Bioclimática em um ambiente sustentável"* Munilla-Leria.2004.

Menendez Granados, Helen: *"Princípios e estratégias bioclimáticas de projeto em arquitetura e urbanismo.03. Eficiência energética do Conselho "Superior de Colégios de Arquitectos de Espanha, 2006.*

Gauzin-Muller, Dominique, "Arquitectura Ecológica" Gustavo Gili, Barcelona, 2002.

Mazria, Edward, "O Livro da energia solar passiva" Gustavo Gili, México, 1983.

Bornhorst, Dirk: "A arquitetura, ciência e Tao" Ecologia e artitectura Editions, Caracas 1991.

Restany, Pierre, "Hundertwasser" Taschen, Suíça, 1998.



Arrefecimento evaporativo





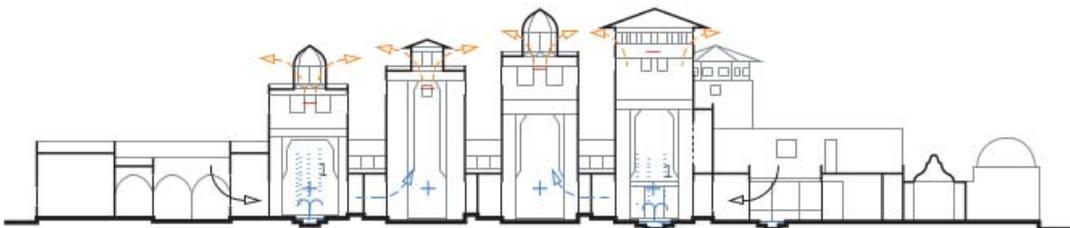
1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

O arrefecimento evaporativo aparece no âmbito de estudo de maneira transversal a várias soluções bioclimáticas.

Arrefecimento evaporativo baseia-se em proporcionar água ao ambiente para diminuir a temperatura do ar seco, esta perda de calor do ambiente é invertido na mudança de estado da água, que ao passar de líquido a gás absorve calor (calor latente) a razão de 2424 julios por grama de água evaporada, energia suficiente para diminuir 2,2 ° C a temperatura de um metro cúbico de ar (**Neila**, 2004).

Ao mesmo tempo a **Transpiração**, é o processo físico-biológica, através da qual água mudanças do estado líquido ao gasoso através do metabolismo dos animais e plantas, passando este a atmosfera. Essencialmente é o mesmo processo físico que a **evaporação**, excepto que a superfície da qual escapam as moléculas do líquido não é a de água livre, mas é a superfície de folhas, a pele ou boca dos animais.

Esta mudança da fase de água pode-se produzir por meios **mecânicos**, como as fontes ou os sprays ou mediante **sistemas passivos** usando o processo natural de vento que incide a vegetação, os solo respiráveis, lâminas de água ou superfícies húmidas.



Ventilación por efecto chimenea. Instituto de antropología social y arte popular. Luxor, Egipto. Hassan Fathy. 1965

Figura 1 Arrefecimento evaporativo mediante irrigação por fontes. Instituto de antropologia social e arte popular. Luxor. Hassan Fathy 1965

Analizamos brevemente os sistemas encontrados na área de estudo.

- Solos respiráveis

Os solos respiráveis em ruas e praças melhoram o microclima urbano de modo que regulam a estabilidade higró-térmica melhor que soluções estanques e impermeáveis. O crescimento das plantas pequenas entre as pedras e da evaporação da água do solo melhora significativamente as condições de verão. Por outro lado, permitem o enraizamento directo de treliças e outras paredes vegetais.



-Paredes vegetais e tetos de verdes

Conforme descrito nas soluções específicas, paredes vegetais e os tetos verdes assumam o arrefecimento evaporativo no período de verão a regulação sazonal por sombra das plantas caducifólias.

-Esgoto Higro-intercambiadores

Em Famoselle de Sayago, Zamora, inserido sob o tecido urbano, existe um sistema interligado de aldeias, bem escavada na rocha, bem aproveitado covas naturais. Estas adegas estão ligadas por uma série de condutas que, como esgotos, permitem a drenagem de águas, tanto as que se infiltram do terreno, como as necessárias para a manutenção, trabalhos e limpeza das mesmas adegas. Estes esgotos servem ao mesmo tempo como sistema de ventilação dos espaços. Funciona como um sistema conjunto que as aberturas dos esgotos assim a drenar as registadas nas escrituras de cada adega. Cada adega, dispõem também de outras aberturas para a rua chamada zarceras, com o intuito de introduzir a uva na adega e de evaporar os gases (vahos) que produzem durante a fermentação do vinho no inverno e produzir ventilação cruzada no verão.

Os esgotos são espaços em que o ar, circula no sentido oposto ao da água, refrescando se assim de modo evaporativo. As zarceras funcionam como admissão de ar exterior, que acaba nas casas através de escadas e outras cavidades para mesmo efeito.

O resultado é um sistema urbano de arrefecimento evaporativo apoiado no intercambio geotérmico.

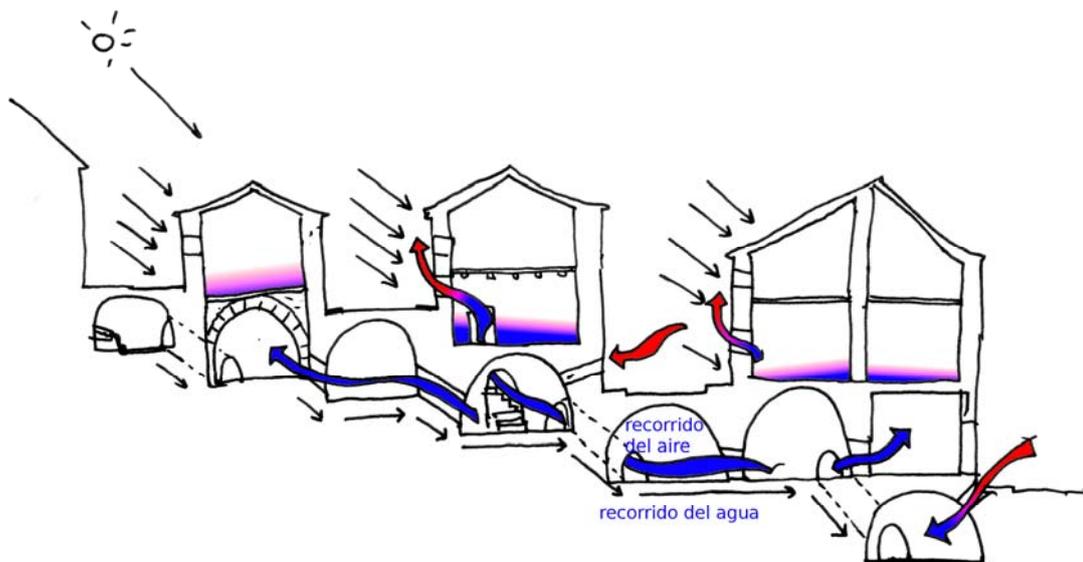


Figura 2 O arrefecimento evaporativo mediante circulação conduzida de ar nos esgotos de Famoselle.



Para explicar melhor esse sistema e encontrar uma solução única para modelar que modelar e adaptar a arquitetura contemporânea, vamos aprofundar em alguns aspectos.

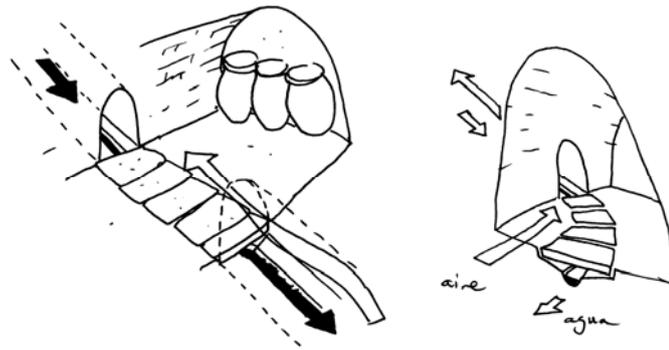


Figura 3 O arrefecimento evaporativo mediante circulação cruzada de fluxos de ar e água nos esgotos de Feroselle.

No mundo animal são estruturas urbanas que usam sistemas de arrefecimento evaporativo.



Figura 4 Seção de um cupinzeiro Africano e interior de um deles, na foto são vistas as lâminas por onde circula o ar a refrigerar.

No sistema de refrigeração e de extração de ar de um cupinzeiro, os cupinzeiros africanos usam lama húmida ao que faz incidir ao ar seco conduzido através de tubos de barro, desta maneira conseguem descer unos 15 ° a temperatura do interior. São um exemplo na natureza de arrefecimento evaporativo combinado com efeito de chaminé.



Outro exemplo que utiliza estes princípios físicos é o “botijo” tradicional

Funcionamento bioclimática do “Botijo”

O arrefecimento evaporativo ocorre através das cerâmicas porosas, que exala água, esta ao evaporar-se toma o calor do recipiente e do ar que o rodeia, conseguindo que a água do interior se fresque. A temperatura mais baixa à qual o ar da evaporação da água pode chegar ou temperatura do bulbo húmido, determinará a temperatura mínima teórica em que a água pode alcançar por evaporação, de modo, por um “Botijo” é eficiente, requer transpirar a água e encontrar-se num ambiente seco.

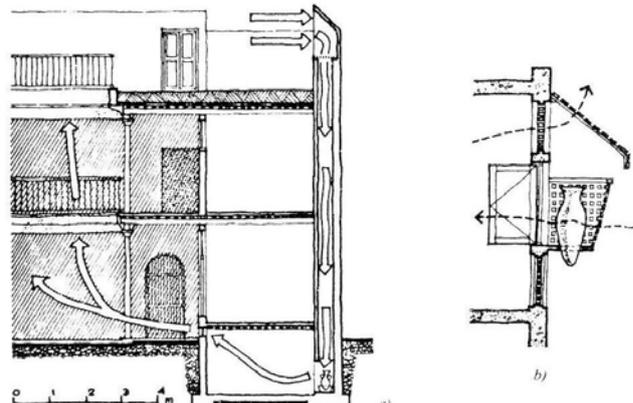
No âmbito de estudo, foram encontramos exemplos de recipientes com estratégias evaporativas consistentes fibras vegetais (esparto)
Ver ANEXO III “An Ancient Method for cooling water explained by mass and heat transfer” E.T.S.I Industriales. Escuela Politécnica de Madrid.



Figura 5 “Botijo” de argila branca e ecológica Pot-in-pot

Usando este princípio físico tem melhorado o problema da conservação de alimentos em zonas da África, onde graças à invenção do Professor Mohammed Bah Abba, que usa duas tigelas de cerâmica e areia húmida, consegue manter alimentos frescos de três dias a três semanas .

Existem também precedentes na arquitetura tradicional que se baseiam no arrefecimento no mesmo princípio, assim no Médio Oriente encontramos torres de arrefecimento que conduzem o ar de admissão através de elementos cerâmicos porosos cheios de água.





2. ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO

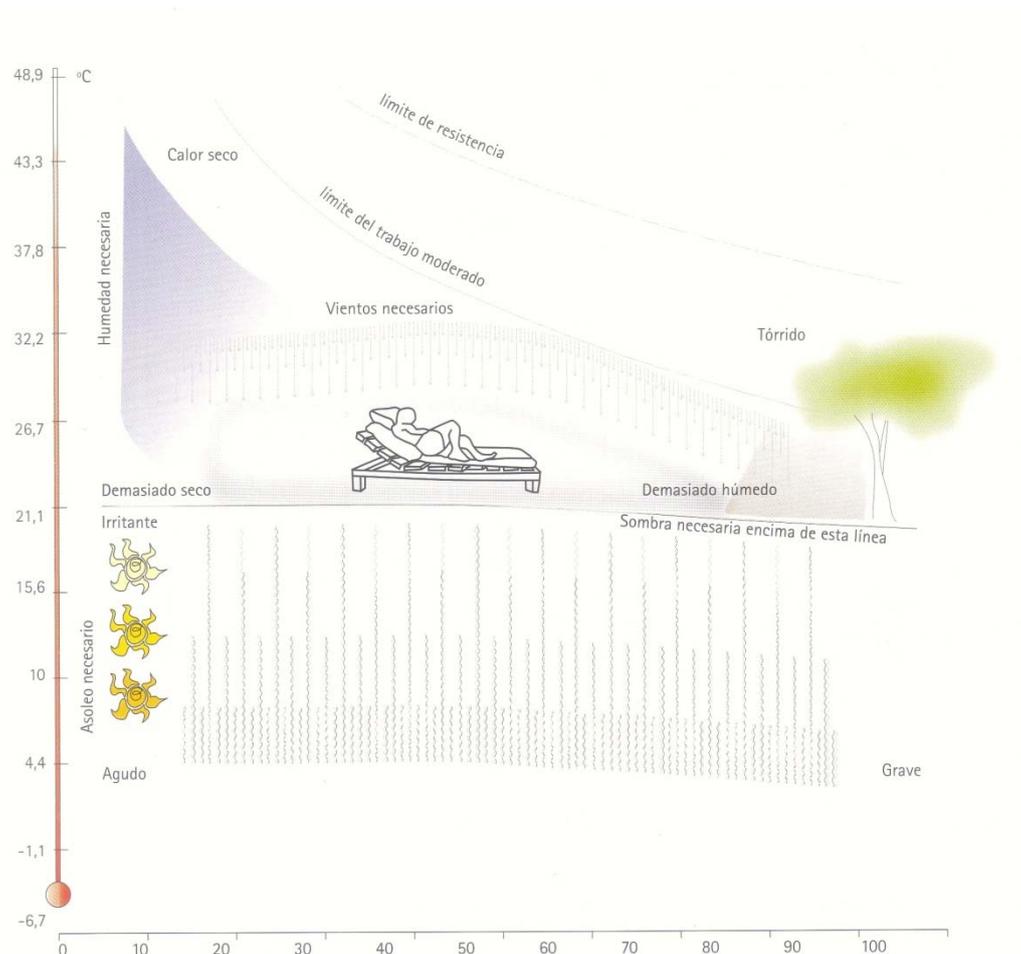
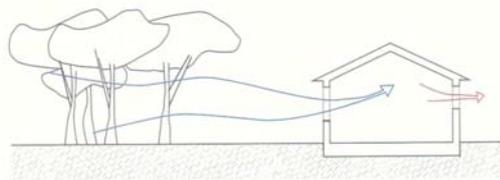


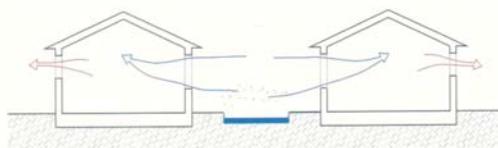
Figura 6 Estratégias bioclimáticas aplicáveis segundo Diagrama Olgay

Em climas secos ou que tendem a secar no verão, um aumento artificial da humidade relativa do ar para captar a energia do ambiente para melhorar os níveis de conforto.



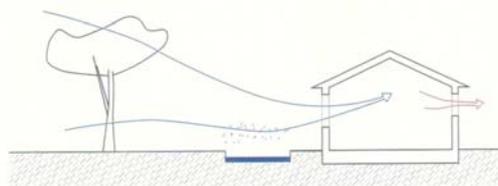
Microclima urbano

Incorporación en espacios abiertos urbanos de vegetación, liberadora de agua mediante el proceso de evapotranspiración, láminas de agua o fuentes o aprovechamiento de elementos naturales existentes



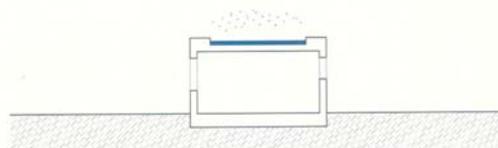
Refrigeración evaporativa y ventilación

Tratamiento de ambientes semiexteriores (patios) mediante el uso de los mecanismos anteriores



Refrigeración evaporativa inducida

Tratamiento directo del aire mediante su paso a través de alguno de los elementos anteriores, con carácter direccional y de manera previa a su entrada en la edificación



Enfriamiento de la envolvente

Enfriamiento directo de elementos de la envolvente de la edificación, fundamentalmente cubiertas

Figura 3.33. Refrigeración evaporativa

Figura 7 Estratégias de arrefecimento passivo



3. PRINCÍPIOS FÍSICOS BIOCLIMÁTICAS

Primeiro princípio da termodinâmica, princípio da conservação da energia: Cada estado do sistema corresponde a uma energia interna. Quando o sistema passa do estado A para o estado B, sua energia internas muda

A evaporação da água supõe a captação energética vinculada a mudança de fase (calor latente de vaporização) de 2.219 kj / grama de água evaporada, o que significa uma redução em condições higroscópicas adequada 2,2 ° C a temperatura de um metro cúbico de ar.

Por outro lado, o metabolismo humano é também se refresca mediante evotranspiração, isto faz que, a humidade relativa é demasiado elevado, o proprio corpo não poderá arrefecer-se produzindo situações disconford.

Como explicado o professor Ramon Moliner

“Em casos extremos o corpo humano pode chegar a suar a um ritmo de 2,5 litros / h (Givoni, 1963). Se não for pela quantidade de suor que se perde em gotas e a quantidade de calor que, na sua evaporação, o suor extraí do ar, e não do corpo, esta seria uma dispersão (a raiz de 0,67 Wh / g e água) de até 1.700 W, nada menos. Contra o calor, o suor é o nosso mecanismo fisiológico fundamental” (Ramón Moliner, 1980)



4. PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA ESTUDO

Segundo Neila o arrefecimento evaporativo *"tem sido tradicionalmente usado em climas cálidos-secos de Andaluzia e o Norte da África (...) Madrid não está longe desse tipo de clima, porque no verão pode alcançar humidades relativa ao menos 30 %"* (Neila, 2004)

Posto isto é interessante estudar como solução singular bioclimática de um sistema arrefecimento mediante tratamento de ar com base nesses princípios.

Atualmente estão em curso estudos, monitoramento e protótipos com resultados muito bons. Adjuntos em anexos, os estudos recentes que investigam neste sentido, no primeiro participa a Universidade de Valladolid (ANEXO I) e o segundo (ANEXO IV), com acompanhamento de reabilitação energética em Sevilha, foi apresentado no 21º Congresso Energia Arquitetura Passiva e de Baixa Energia, realizada em Eindhoven.

ANEXO I "Condicionamento do Espaços com arrefecimento evaporativo mediante tijolos cerâmicos"

Departamento de Energia Engenharia e Mecânica dos Fluidos, da Universidade de Valladolid, Espanha, Departamento de Engenharia da Universidade do Quintana Roo, México.

ANEXO IV The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Eindhoven, The Netherlands, setembro de 2004.

"The Development of Passive Draught Evaporative Cooling Systems Using Porous Ceramic Evaporators and their application in residential buildings"

School of Architecture, Environment and Energy Programme, Architectural Association, London, UK.

Parâmetros para calcular:

- Seleção de cerâmica em função do seu grau de porosidade e capilaridade favorecendo a máxima evaporação.
- Otimização de irrigação de água em elementos cerâmicos.
- Caudal de ar tangente a peças cerâmicas e quantificação da evaporação efetiva.
- Controle higro-térmicos de espaços climatizados.

A condição porosa das cerâmicas depende da procedência de matérias-primas e dos processos de cozedura e mecanização.

Os sistemas de controlo tende a medir termo-higrométricas interior e exteriores e tem de atuar sobre os elementos do sistema sobre o fluxo de circulação de ar. (1) Ventilação Adiabática

A Ventilação adiabática baseia-se na corrente descendente que provoca o arrefecimento do ar mediante a evaporação da água na parte superior de um espaço confinado.



O aumento na densidade do ar induz a descida para as áreas ocupadas, onde é armazenada ou evacuado pelas aberturas inferiores. A sucção de ar exterior que se gera na parte superior do canal de ventilação, assegura a continuidade do processo.

Ventilação gerada pela densidade diferencial que tende a ser equilibrada mediando o transporte de massa de ar desde zonas com sobrepressão até zonas depressivas as seguintes equações:

$$P_s = 9,8 \times (\rho_{\text{ext}} - \rho_{\text{int}}) \times H$$

$$\rho_{\text{ext}} \times T_{\text{ext}} = \rho_{\text{int}} \times T_{\text{int}}$$

Sendo:

P_s : diferença de pressão causada (N/m²)

H : altura relativa entre os dois pontos a serem analisados em metros

ρ : densidade do ar interior e o exterior da temperatura entre o ar dos dois pontos marcados em ° K.

Pressão de vapor, p_v

É a pressão parcial de vapor de ar na mistura. Pode ser determinada a partir da equação:

$$p_{vp} V = RT m_{vp} / M_w$$

Onde MVP é a massa de vapor de água contida em um volume (V) a uma temperatura dado (T) é a massa molar M_w de água e R é a constante universal do gás.

Pressão de vapor saturado, PSAT

É uma magnitude que se define como a pressão parcial que exerce o vapor sobre a água líquida quando o equilíbrio termodinâmico entre ambos e coincide com a pressão parcial de vapor de água no ar saturado com humidade.

$$p_{\text{sat}} V = RT m_{vp, \text{sat}} / M_w$$

Sendo $m_{vp, \text{sat}}$ a massa de vapor de água no ar saturado de humidade.

A pressão de saturação depende da temperatura a que se alcança o equilíbrio é, e o seu valor é determinado experimentalmente. Para calcular existem diversas expressões matemáticas de ajuste mediante valores experimentais.

**Humidade absoluta, $v_p \theta$**

É a massa de vapor de água por unidade de volume de ar.

Matematicamente expressa-se como:

$$v_p \theta = m_{vp} / V$$

Rácio de humidade da mistura, w

É um parâmetro adimensional que indica a massa de vapor de água por unidade de massa de ar seco, m_a .

$$w = m_{vp} / m_a$$

Humidade específica, X

É a massa de vapor por unidade de massa de ar húmido, m_{ah} .

$$X = m_{vp} / m_{ah} = m_{vp} / m_a + m_{vp}$$

Humidade relativa do ar, HR

É definida como o cociente entre la massa de vapor de agua contida num volume dado de ar, e que deveria conter para estar saturado com humidade a mesma temperatura no $m_{vp,sat}$. É expresso como:

$$HR = m_{vp} / m_{vp, sat}$$

A Humidade relativa pode escrever-se em termos de pressão de vapor. Dividindo membro por membro as equações, obtemos:

$$HR = m_{vp} / m_{vp, sat} = p_{vp} / p_{sat}$$

Variáveis de energia.

As variáveis de energia principais que caracterizam o ar húmido são:

Calor específico do ar húmido sob pressão constante, c_p

$$c^* = c_p (1 + w) = c_p + c_{pv} w$$

Onde c_p e c_{pv} calor específico do ar e vapor de água, respectivamente.

Entalpia específica do ar húmido, h .

Pode ser expresso como:

$$h = h_a (1 + w) = h_a + w h_w$$

Sendo h_a é a entalpia específica de ar seco y h_w é a entalpia específica de água que inclui os termos de calor sensível e calor latente vaporização (L_v)

$$h_a = c_p T \quad (3.11)$$



$$hw = c p wT + Lv \quad (3.12)$$

Calor sensível é a quantidade de calor recebido ou perdido um corpo, causando um aumento ou diminuição da temperatura, enquanto o calor latente é aplicada ou removidos em processos em que há uma mudança de estado.

Se substituir a entalpia específica de ar seco e água, a entalpia específica do ar húmido será:

$$h = c p T + w(c p wT + Lv)$$

Temperatura de bulbo seco, de saturação adiabática e orvalho.

Ao analisar as propriedades dos processos de ar húmido nos processos psicrométricos, se utilizam diferentes medidas da temperatura, de acordo com as condições em que se efectua a medida. Estas temperaturas são:

Temperatura de bulbo seco, T

É a temperatura do ar sem ter em conta os efeitos da humidade, os movimentos de ar ou a radiação emitida por objetos.

Temperatura do orvalho, Tr

É a temperatura à qual haveria arrefecer o ar, mantendo constante a pressão total e seu conteúdo em humidade, para que a sua humidade específica a saturação. Se o arrefecimento continuara, o excesso de vapor de água condensaria em forma de orvalho (se $tr > 0 \text{ } ^\circ \text{C}$) ou gelo (se $Tr < 0 \text{ } ^\circ \text{C}$).

Temperatura de saturação adiabática, T sat

Se um sistema termicamente isolado, como mostra no esquema da Figura 3.2, um fluxo de ar seco entra em contacto com água líquida, a entalpia do conjunto permanece constante, enquanto que uma parte da água evapora extraindo calor do ar. Se o caminho é longo o suficiente, o ar arrefece e se satura em humidade à temperatura do líquido. Neste processo de arrefecimento evaporativo adiabático a temperatura do equilíbrio termodinâmico entre o ar saturado em humidade e água líquida, é conhecido como temperatura de saturação adiabática.

Temperatura de Depressão Bulbo húmido

A diferença entre as temperaturas de bulbo seco e húmido conhecido como e é utilizado como um indicador da ambiente potencial evaporativo do ar ¹.

1 Os cálculos e dados de "avaliação teórica e experimental de uma torre eólica para a evaporação térmica condicionado espaço aberto" Silvia Castro Soutullo Consultor Complutense de Madrid University School of FÍSICA Departamento de Ciências Atómica, Molecular e Nuclear.



ANEXO II “avaliação teórica e experimental de uma torre eólica Evaporativo para condicionado térmico de espaços abertos”

Capítulo 4. Análise experimental uma evaporação de torres eólicas “Árvore de Ar” ao sul do novo alargamento de Vallecas.

Universidad Complutense de Madrid

-Faculdade de Ciências Físicas

-Departamento de Atómica, Molecular e Nuclear.

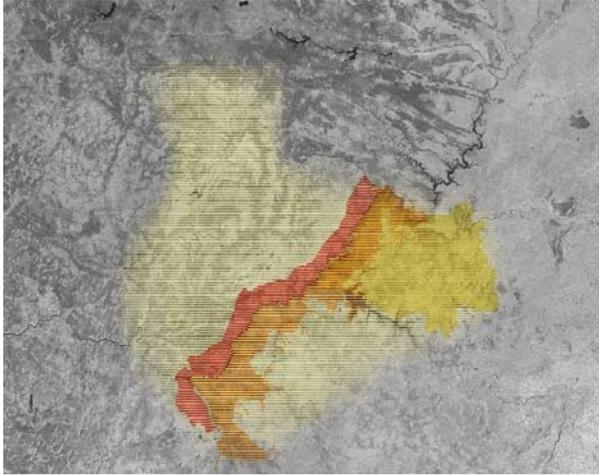


5. LOCAIS RECOMENDADOS

O sistema é recomendado para climas cálidos ou com o verão cálido que não apresentem humidades ambientais relativamente altas para permitir que a situação seja aproveitada a situação de mudança do estado de água. Em climas com elevada humidade pode ser suplementada com sistemas que sequeadores de filtro, através da utilização de materiais de alta higroscópicos, o ar de admissão.

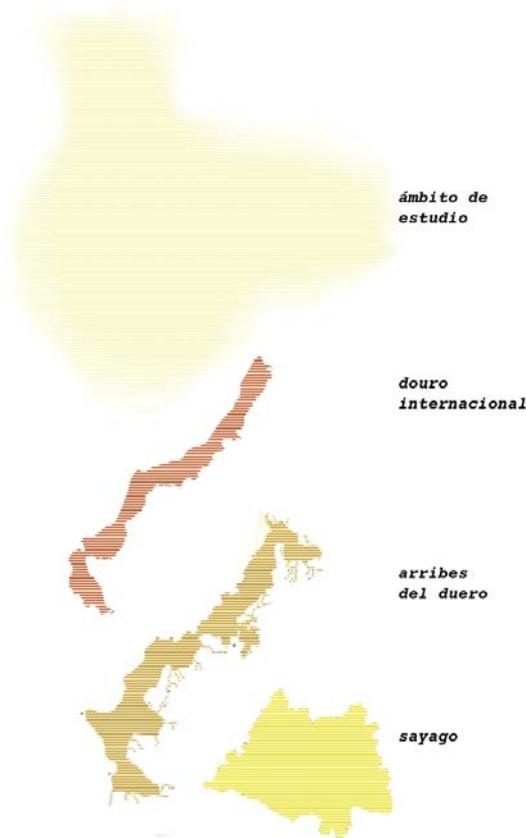


6. CASO DE ESTUDIO



Exemplos de sistema localizados entre as **80 localidades** visitadas na área de estudo considerando que este princípio é combinado com outros, em várias das soluções descritas:

Área de estudo: região transfronteiriça Parque Natural Douro Internacional, Parque Natural Arribes del Duero e Parque Natural de Montesinho.



-Portugal: Bragança, Miranda de Douro, Vimioso e Mogadouro, ao longo da fronteira com Espanha.

-Espanña: Noroeste Salmantino, no "County Vitigudino- As Arribas". Southwest Zamora, na região de "Continuar", em particular a área do parque natural de Arribes del Duero..

A área contém três climas distintos:

- Microclima do Atlântico, do lado Português.
- Microclima Mediterrânico – região do Douro.
- Microclima-Continental, região de Zamora e Salamanca

Figura 8 Escopo



6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na área de estudo foram encontrados três sistemas associados com a arquitetura tradicional e urbanismo tradicionais, que funcionam melhorando as condições climáticas, utilizando arrefecimento evaporativo. São eles:

- Solos respiráveis
- Paredes vegetais
- Telhados Verdes
- Esgotos higrointercambiadores

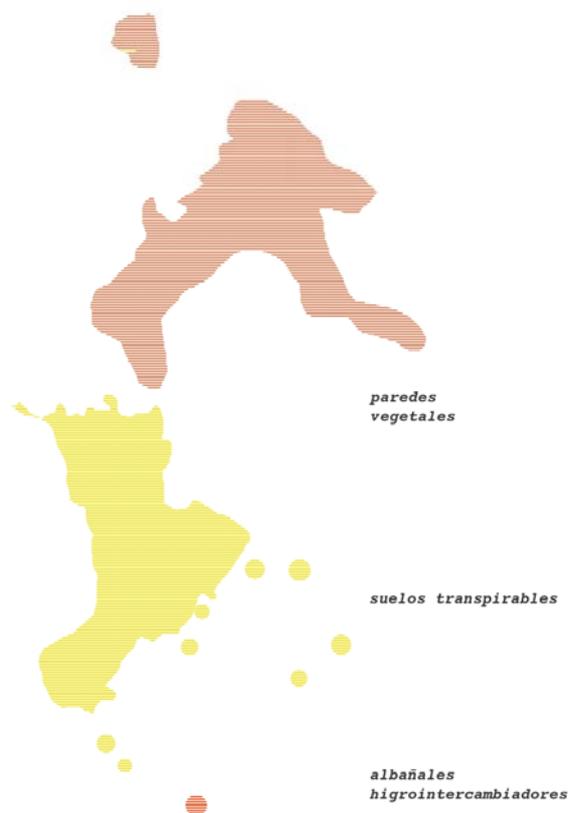
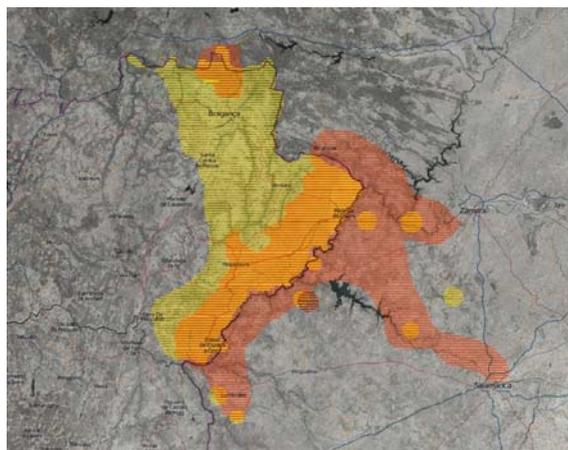


Figura 9 Sistemas que implicam o arrefecimento evaporativo do âmbito de estudo



Tanto as paredes vegetais como os telhados verdes são descritos como soluções únicas nos outros documentos, neste capítulo são anexadas fotos geolocalizadas das localidades que mantem ou têm recuperado os solos tradicionais respiráveis, a prática bioclimática muito mais comum na zona em Português espanhol.

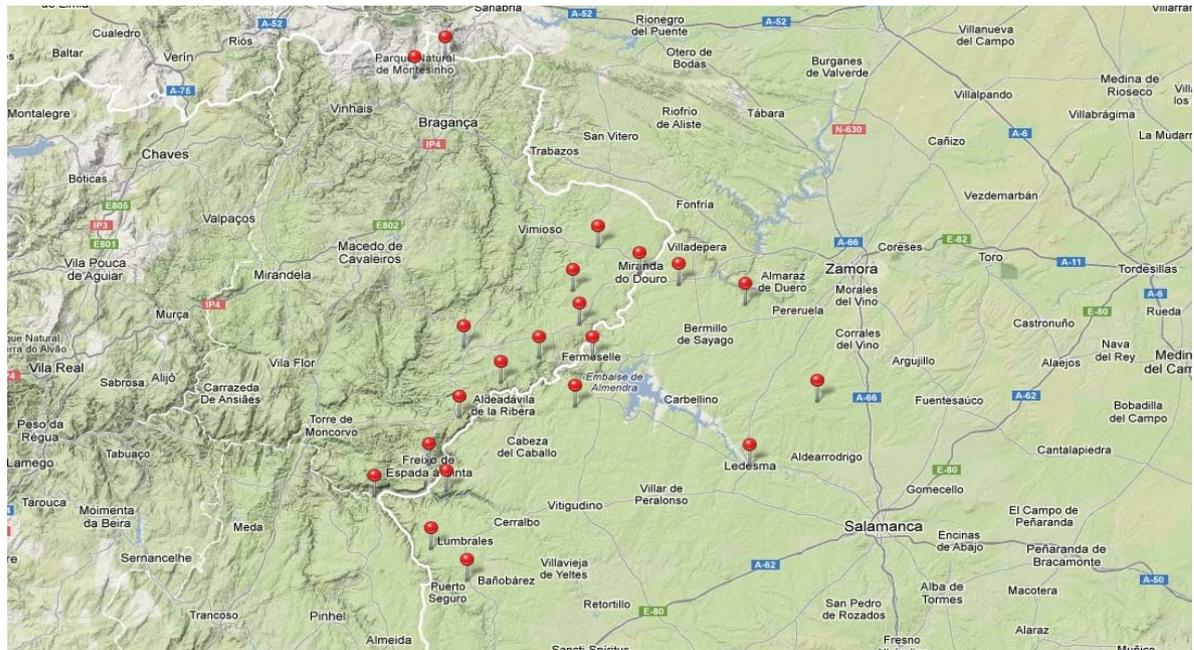


Figura 10 Mapa da implantação-arrefecimento evaporativo por solos respiráveis



Lon: 6° 48.30' 0.00" Lat: 41° 5.52' 0.00" Alt: 458.0000 msm



Lon: 6° 48.34' 0.00" Lat: 41° 5.48' 0.00" Alt: 459.0000 msm



Lon: 6° 50.45' 0.00" Lat: 41° 53.94' 0.00" Alt: 821.0000 msm



Lon: 6° 49.40' 0.00" Lat: 41° 53.34' 0.00" Alt: 853.0000 msm



Lon: 6° 50.56' 0.00" Lat: 41° 53.93' 0.00" Alt: 829.0000 msm



Lon: 6° 50.47' 0.00" Lat: 41° 53.95' 0.00" Alt: 849.0000 msm



Lon: 6° 45.93' 0.00" Lat: 41° 56.36' 0.00" Alt: 1022.0000 msm



Lon: 6° 45.93' 0.00" Lat: 41° 56.35' 0.00" Alt: 1014.0000 msm



Lon: 6° 45.94' 0.00" Lat: 41° 56.36' 0.00" Alt: 1009.0000 msm



Lon: 6° 26.67' 0.00" Lat: 41° 27.45' 0.00" Alt: 715.0000 msm



Lon: 6° 10.60' 0.00" Lat: 41° 28.19' 0.00" Alt: 775.0000 msm



Lon: 6° 42.55' 0.00" Lat: 40° 51.01' 0.00" Alt: 659.0000 msm



Lon: 6° 42.56' 0.00" Lat: 40° 51.02' 0.00" Alt: 673.0000 msm



Lon: 6° 42.56' 0.00" Lat: 40° 51.02' 0.00" Alt: 672.0000 msm



Lon: 6° 42.60' 0.00" Lat: 40° 51.04' 0.00" Alt: 685.0000 msm



Lon: 6° 42.60' 0.00" Lat: 40° 51.04' 0.00" Alt: 687.0000 msm



Lon: 6° 42.68' 0.00" Lat: 40° 51.03' 0.00" Alt: 672.0000 msm



Lon: 6° 44.87' 0.00" Lat: 40° 52.41' 0.00" Alt: 630.0000 msm



Lon: 6° 47.97' 0.00" Lat: 40° 55.06' 0.00" Alt: 648.0000 msm



Lon: 6° 26.29' 0.00" Lat: 41° 12.96' 0.00" Alt: 756.0000 msm



Lon: 6° 37.53' 0.00" Lat: 41° 15.87' 0.00" Alt: 630.0000 msm



Lon: 6° 23.59' 0.00" Lat: 41° 19.07' 0.00" Alt: 687.0000 msm



Lon: 6° 23.46' 0.00" Lat: 41° 19.23' 0.00" Alt: 687.0000 msm



Lon: 6° 23.83' 0.00" Lat: 41° 18.80' 0.00" Alt: 692.0000 msm



7. APLICAÇÃO NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

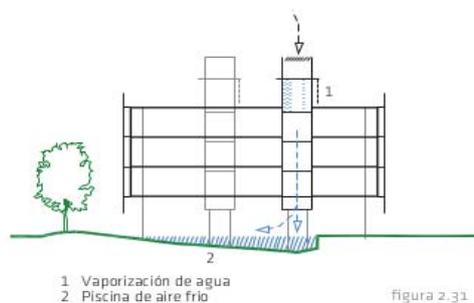


Figura 11 Torres de arrefecimento adiabática para iluminação e ventilação. Edifício administrativo. Catania. Italia. M. Cucinella. 1999



Figura 12 Holanda Pavilion (Expo Sevilha 1992). (Arquiteto: Fred TEMME, Moshe Zwarts e Rein Jansha

Este pavilhão, disponha de uma fachada de malha aberta por onde a água corria, uns ventiladores ajudam a succionar o ar quente de Sevilha.



Figura 13 Prototype Refrigeração jarro. Urcomante House. Solar Decathlon Europe. Universidade de Valladolid. (Www.urcomante.uva.es)

A Casa Urcomante participou no Congresso Internacional de Arquitectura Sostenible Solar Decathlon 2012, sue sistema protótipo de arrefecimento evaporativo deu resultados que foram monitorizados.



Referências

Ramon Moliner, Fernando: "*suor, roupa e arquiteturas*" H. Blume Edições, Barcelona, 1980

Pararadera Yanez, Guillermo: "*Arquitectura Solar.Aspectos de iluminação passiva bioclimática e natural* ", Ministério da Construção e Desenvolvimento Urbano, Madrid, 1988

Pararadera Yanez, Guillermo: "*arquitectura solar e iluminação natural*" Munilla-Leria, Madrid, 2008

Neila Gonzalez, F. Javier: "*arquitectura bioclimática em um ambiente sustentável*" Munilla-Leria, Madrid 2004

Menendez Granados, Helen: "*Princípios e estratégias bioclimáticas de projeto em arquitetura e urbanismo.03. Eficiência energética do Conselho "Superior de Colégios de Arquitectos de Espanha, 2006.*

Gauzin-Muller, Dominique, "Arquitectura Ecológica" Gustavo Gili, Barcelona, 2002.

Mazria, Edward, "arquitectura solar passiva" Gustavo Gili, México 1983

Bornhorst, Dirk: "A arquitetura, ciência e Tao" Ecologia e arquitectura Editions, Caracas 1991.

Restany, Pierre, "Hundertwasser" Taschen, Suíça, 1998.

Soutullo Consultor Castro, Silvia: "Avaliação teórica e experimental de uma torre eólica para a térmica condicionado evaporativo espaço aberto" Universidad Complutense de Madrid.Faculdade de Ciências Físicas, Departamento de Atómica, Molecular e Nuclear, Madrid 2012

Velasco Roldan, Luis: "O movimento do ar condicionado projeto arquitetônico" Ministerio de Fomento, Madrid 2011

F. Flores M., J. Hernandez R., F. Rey M., E. Velasco G., A. Tejero G. "Condicionado Espaço com Refrigeração

Evaporação por tijolos cerâmicos "Departamento de Engenharia de Engenharia da Universidade de Quintana Roo, México Departamento de Energia e Mecânica dos Fluidos, da Universidade de Valladolid, Espanha 2011