

## Sistemes: compatibilitat-sostenibilitat

FRANC COMINO  
CARME ESPUÑA

### RESUM

Actualment som molt més exigents amb el confort dels espais on habitem. Des dels seus inicis, Wattia s'ha preocupat per aconseguir el màxim confort amb els sistemes més eficients i sostenibles possibles. Per això, en primer lloc ha convertit la seva seu en un laboratori per a l'aplicació posterior en els edificis dels seus clients: EspaiZero. En cada intervenció que es fa en un edifici hi ha una tasca d'anàlisi tant pel que fa a la demanda com a les possibilitats d'aprofitament de tots els sistemes passius de climatització que existeixen, complementats amb sistemes actius tan eficients com es pot.

PARAULES CLAU: confort eficient i sostenible.

### RESUMEN

Actualmente somos mucho más exigentes respecto al confort de los espacios donde habitamos. Desde sus inicios, Wattia se ha preocupado por conseguir el máximo confort con los sistemas más eficientes y sostenibles posibles. Por ello, en primer lugar ha convertido su sede en un laboratorio para la posterior aplicación en los edificios de sus clientes: EspaiZero. En cada intervención que se hace en un edificio hay una tarea de análisis tanto respecto a la demanda como a las posibilidades de aprovechamiento de todos los sistemas pasivos de climatización que existen, complementados con sistemas activos que sean tan eficientes como sea posible.

PALABRAS CLAVE: confort eficiente y sostenible.

### ABSTRACT

We are now much more demanding about the comfort of the spaces which we inhabit. Ever since its beginnings, Wattia has sought to achieve maximum comfort with minimum consumption and with most sustainable systems. The key to this is efficiency. This is why Wattia has turned its headquarters into a laboratory, called EspaiZero, where it presents its knowledge to the world. In every intervention carried out on a building, a study is conducted on the demands and on the possibilities of taking advantage of all passive climatization systems, supplementing them with the most efficient active systems.

KEYWORDS: efficient and sustainable comfort.

### L'ARQUITECTURA TRADICIONAL I ELS SISTEMES NATURALS COM A REFERÈNCIA

Actualment som molt més exigents amb el confort dels espais on habitem, no només com a individus sinó també en l'àmbit de les normatives que regulen les edificacions. Des dels seus inicis, Wattia s'ha preocupat per aconseguir el màxim confort amb els sistemes més eficients i sostenibles possibles. Per això, en primer lloc ha convertit la seva seu en un laboratori per a l'aplicació posterior en els edificis dels seus clients: EspaiZero.

En realitat, aquest laboratori està inspirat en l'observació de l'arquitectura tradicional i els sistemes naturals de l'entorn més proper. Tots ells són sistemes passius que ajudaran a minimitzar els sistemes actius a l'hora de configurar la climatització dels edificis.

### *Bufadors*

A la comarca de la Garrotxa hi ha nombrosos bufadors (figura 1), alguns dels quals es troben a l'interior de construccions que n'aprofiten la regularitat de temperatura de l'aire provinent del subsol, de manera que refresca a l'estiu i escalfa a l'hivern. El perquè d'aquest fenomen s'explica per la formació geològica de la zona, on sovint hi ha un nivell escoriaci porós entre un estrat de lava massiva, a la part superior, i roca impermeable, a la part inferior, de manera que l'aire que es troba en aquest nivell intermedi aflora a l'exterior quan troba una cavitat que comunica amb la superfície. Per tant, es tracta d'un aire provinent del subsol amb una temperatura constant d'entre 12 °C i 17 °C. És clar que quan a la superfície la temperatura és de 5 °C i 6 °C, a l'hivern, aquest aire es percep càlid, i quan la temperatura és de 25 °C, a l'estiu, es percep fresc.

En el fons, el pou canadenc es basa en aquest fenomen, mitjançant una conducció d'aire en què, per un



FIGURA 1. Bufador de can Ramon, a Batet de la Serra. (Fotografia de Carme Espuña.)

extrem, hi entra aire de l'exterior, passa soterrat (l'aire redueix o incrementa la seva temperatura segons la temporada) i arriba per l'altre extrem a l'interior de l'edifici.

### *Eixides, porxades i/o galeries*

La mateixa forma de l'edifici controla la radiació directa amb les eixides, porxades i/o galeries (figures 2 i 3). Són elements que configuren d'una manera molt estètica les masies, però no es redueixen només a un criteri de bellesa sinó que també tenen una funció pràctica molt ben aconseguida: «Aquests cossos de galeries protegeixen, d'una manera molt ben entesa, a les cases de les inclemències atmosfèriques, o que explica la seva generalització: aïllen els agents exteriors, tendint a equilibrar les temperatures. A l'estiu, el sol, passant prop del zenit, els raigs solars de migdia no tenen quasi entrada dins de la galeria, per la seva verticalitat, la qual, essent tan oberta a la circulació dels aires, és, naturalment, molt fresca. A l'hivern, al revés: com que el



FIGURA 2. Mas Ventós, a Olot. (Fotografia de l'arxiu d'imatges de l'Ajuntament d'Olot.)



FIGURA 3. Mas el Solà, a Batet de la Serra. (Fotografia de l'arxiu d'imatges de l'Ajuntament d'Olot.)

sol passa baix, fins en les hores de migdia, penetren els seus raigs dins la gran sala, i la temperatura és també agradable. Això explica que durant les hores de claror natural tinguin tanta importància per a la vida familiar, com la cuina durant les vesprades. En les galeries hi estan els homes per a dinar i conversa, i en elles les dones cusen les robes, així com arreglen les viandes que necessiten preparació abans de coure's». Així doncs, les galeries són un coixí tèrmic respecte a la façana que tanca l'interior de l'edifici (aquesta passa a ser una segona pell enretirada respecte al pla més exterior). L'aplicació d'aquest concepte en reformes de masies facilita poder tenir obertures més generoses sense perjudicar el confort tèrmic i, en contrapartida, incrementar la lluminositat als espais interiors.

### *Ventilació creuada*

La ventilació creuada té una doble funció: millorar la qualitat de l'aire interior i regular la temperatura. Les masies són construccions aïllades que permeten tenir obertures en les quatre façanes. Aprofitar-se d'aquesta condició és de gran ajuda per a crear una ventilació creuada tan beneficiosa amb vista a renovar l'aire interior. Ara bé, a les masies aquest aspecte no era tan valorat com el considerem actualment en els espais habitables. On sí que tenia una importància cabdal era en els graners, per a garantir un aire prou sec a fi de mantenir la qualitat del gra.

Se'n pot veure un exemple a la planta sota coberta del mas Bellvespre, a Batet de la Serra, que antigament havia estat tota ella destinada a graner (figura 4). Posteriorment s'hi havien ubicat les habitacions dels mosos. Les obertures d'aquesta planta garanteixen la ventilació creuada en el sentit est-oest. Recentment s'hi ha realitzat una reforma on s'adequa la totalitat de la planta per destinar-la a habitatge. La intervenció ha considerat incrementar la ventilació natural creuada en el

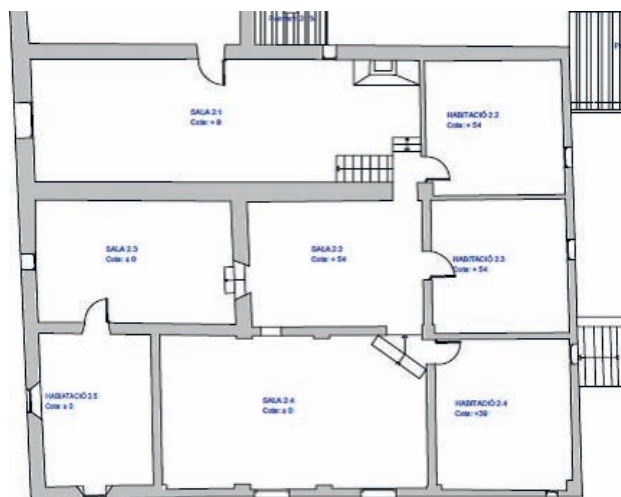


FIGURA 4. Planta sota coberta del mas Bellvespre, a Batet de la Serra, abans d'intervenir-hi. (Projecte de reforma del mas Bellvespre, de Carme Espuña, estudi d'arquitectura.)

sentit nord-sud, amb la qual cosa, especialment a l'estiu, es pot millorar de manera important el confort de tota la planta (figura 5).

### Foc a terra

Fins ara s'han esmentat els elements que formen la pròpia geometria dels edificis. Ara bé, una peça clau a les masies és el *foc a terra* (la llar). La seva ubicació és clara: a la cuina. L'ús principal era cuinar els àpats i, per tant, constituïa un nucli d'activitat al llarg de tot el dia. A l'hivern s'hi afegeix la funció de font de calor. El foc era considerat el cor de la vida de la masia. Tant era

així que fins i tot el cens de població es basava en el nombre de fogatges.

En aquesta ocasió ens interessa analitzar l'element foc com a font de calor. La llar tradicional, totalment oberta, redueix d'una manera considerable l'aprofitament de les calories generades amb la combustió de la llenya.

La majoria de finques rústiques de la Garrotxa estan formades per una part de sòl de conreu i una part de bosc. Això implica que es disposa de llenya de proximitat. Si s'estudia la forma d'aprofitament de l'escalfor generada pel foc en diferents estances de la masia, es pot reduir la necessitat dels sistemes de calefacció actius que alhora poden utilitzar la biomassa de la mateixa propietat com a combustible. A part de la font de generació de calor, cal estudiar una combinació eficaç i eficient per a la distribució de l'escalfor en la masia. En la major part dels casos, la millor solució passa per una distribució amb terra radiant.

### Captació solar

Una altra font d'energia renovable, fins fa poc no aprofitada, és la que es pot aconseguir directament del sol. Ara bé, la captació solar requereix uns elements que cal integrar en el paisatge rural i no sempre és fàcil. L'evolució en els sistemes de captació, d'una banda, i l'acceptació de les diferents instal·lacions associades a l'evolució de l'agricultura, de l'altra, ajuden a integrar els captadors solars en aquest entorn (figures 6 i 7). És clar que s'ha de fer ús del bon criteri paisatgístic per a incorporar aquest element sense que representi un impacte visual inacceptable.

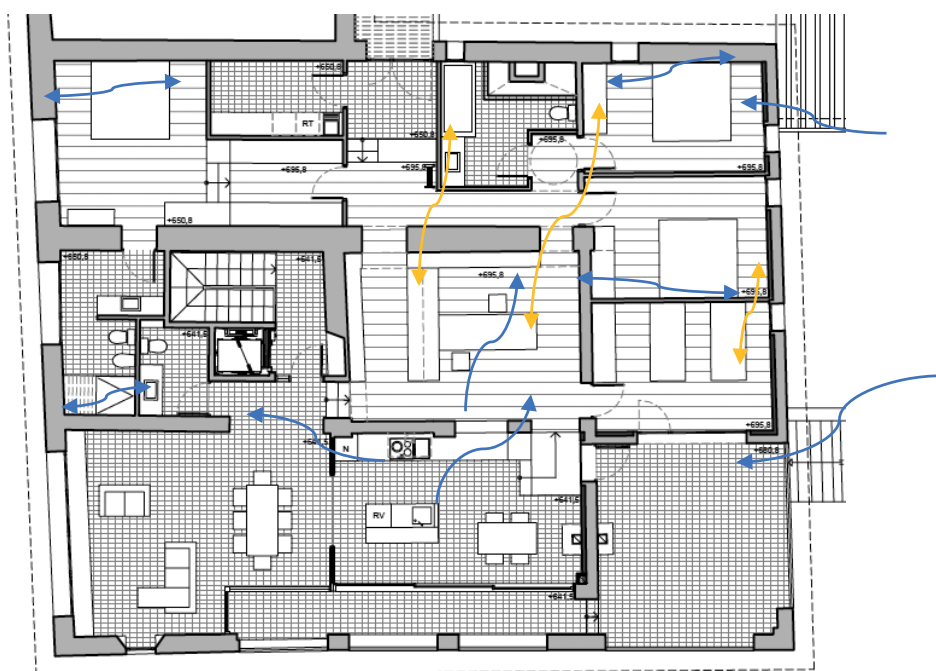


FIGURA 5. Planta sota coberta del mas Bellvespre, a Batet de la Serra, en la proposta d'intervenció. (Projecte del mas Bellvespre, de Carme Espuña, estudi d'arquitectura.)





FIGURA 6. Vistes d'un mas de la zona del Croscat. (Fotografia de Carme Espuña.)

## ESPAIZERO

A partir d'aquesta observació i consideracions, EspaiZero (figura 8) ha fet de la seva seu un laboratori i una sala d'exposicions a la vegada.

Avui dia, la manera de viure en els habitatges és bastant diferent de la que hi havia en altres temps a les masies i als habitatges en general. D'una banda, cada nucli familiar té moltes menys persones que abans; en l'actualitat, difícilment conviuen més de dues generacions alhora. De l'altra, la jornada laboral té lloc fora de casa. Per tant, és difícil interaccionar amb l'habitatge. Sovint, quan pertocaria protegir de l'asolellament o quan seria aconsellable ventilar la casa, no s'hi és present, tasques que abans feia la gent gran de les cases. Conscients d'aquest fet, Wattia planteja que tot el

que fa referència al control i la interacció es resolgui de manera intel·ligent, per mitjà de la domòtica. Aquesta passa a ser la nostra «iaia» del segle XXI.

EspaiZero és un local de treball on l'activitat que s'hi realitza és estàtica: entre oficina tècnica i oficina de gestió. Les necessitats de confort, pel que fa a temperatura, estan concentrades en horari diürn i són assimilables a les d'un habitatge: 21 °C a l'hivern i 25 °C a l'estiu. D'aquí ve que els diferents sistemes de climatització utilitzats siguin fàcilment aplicables en edificis d'habitatges (figura 9).

Es partia d'un local en planta baixa en un edifici existent. Per tant, caldria adaptar-se a unes preexistències i aprofitar-se'n en la mesura que fos possible. Quant als elements propis de la construcció, es va poder incidir en els materials de façana, en el paviment i en els falsos sostres. Així doncs, en els tancaments es va col·locar vidre doble de baixa emissivitat ( $U = 0,8$ ) i es va incrementar l'aïllament tèrmic a les parts massisses.

### *Sistemes de climatització de l'edifici*

Pel que fa a la climatització de l'edifici, s'aconsegueix amb una suma de dos sistemes: un pou canadenc combinat amb una xemeneia solar i un terra radiant i sostre refrescant.

### **Pou canadenc combinat amb una xemeneia solar**

En un àmbit urbà consolidat no és fàcil realitzar la petita infraestructura d'un pou canadenc (figura 10). Per això es va optar per aprofitar el que ja hi havia per sota la rasant del carrer i és el garatge que es troba a la planta so-

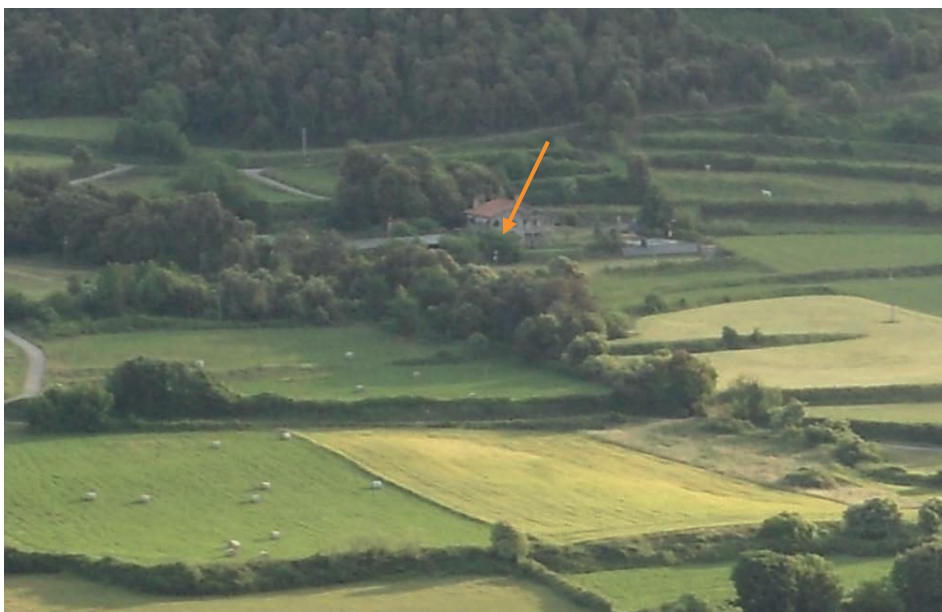


FIGURA 7. Vistes d'un mas de la zona del Croscat. (Fotografia de Carme Espuña.)



FIGURA 8. EspaiZero, primer centre de treball estatal 100 % autosuficient energèticament. (Fotografia extreta de <http://www.wattia.cat/espaizero/>)

terrani de l'edifici. El volum d'aire del garatge té una temperatura molt més estable que a la superfície, gràcies al seu contacte amb la deu d'aigua d'Olot. Aquest és conduït a la planta baixa ajudant-se d'una xemeneia solar per incrementar el seu desplaçament ascendent. La xemeneia no es va fer de nou (difícilment s'hagués pogut construir en un edifici existent), sinó que se'n va aprofitar una que estava prevista per a la sortida de fums de la cuina d'un restaurant, que és el que hi havia pro-

jectat inicialment en aquest local. En aquesta xemeneia s'hi va col·locar un serpenti de coure (figura 11) escalfat a través de l'aigua calenta que genera la placa solar tèrmica col·locada just al costat de l'entrada principal d'EspaiZero. Així doncs, amb la incidència del sol a la xemeneia s'accelera la succió de l'aire del pou canadenc.

Aquest sistema contribueix a minimitzar considerablement la demanda de climatització, però no és suficient; és una ajuda al sistema actiu que hi ha instal·lat.

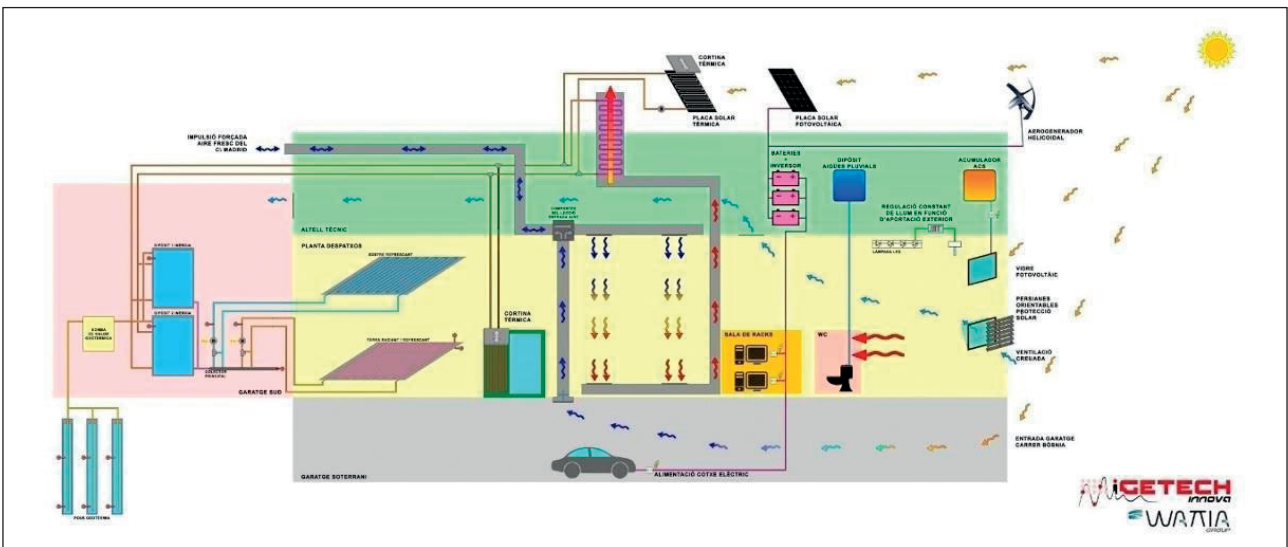


FIGURA 9. Esquema de tots els sistemes, actius i passius, instal·lats a EspaiZero, gestionats per *software* de gestió energètica integral predictiu (SGEIP). (Esquema de Wattia.)

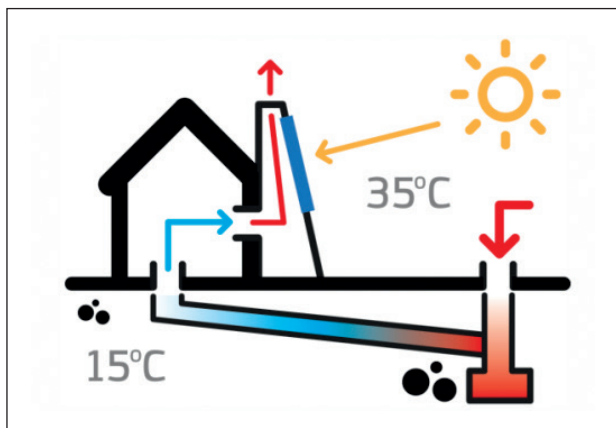


FIGURA 10. Esquema de pou canadenc amb xemeneia solar. (Esquema d'EspaiZero.)

### Escalfament i refredament amb terra radiant i sostre refrescant

El terra radiant té incorporats sensors de temperatura que, juntament amb els sensors d'humitat de l'aire que hi ha col·locats, controlen el punt de rosada d'aquest. Així regulen la temperatura de confort i eviten la condensació del paviment, que és un dels inconvenients a l'estiu quan el terra radiant fa la funció de refrescar. L'aigua del circuit radiant s'escalfa i es refreda amb un sistema de geotèrmia, més cortina tèrmica col·locada a la façana i plaques solars fotovoltaïques a la coberta. Malgrat que el local està en un edifici existent, es van poder fer els pous de captació en un petit pati de la planta baixa, adjacent al local. Es va poder col·locar la cortina tèrmica a la façana, integrant-la en el tancament de la porta d'entrada al local. I la comunitat de propietaris va autoritzar la col·locació de les plaques a la coberta.

Tot el sistema s'autoregula d'acord amb les previsions climatològiques a dotze hores vista que li transmet una petita estació meteorològica col·locada també a la coberta.



FIGURA 11. Serpenti de coure. (Fotografia de Franc Comino.)

Paral·lelament a la recerca de la màxima eficiència en climatització, EspaiZero té un sistema de generació d'energia elèctrica amb energies renovables a través de plaques solars fotovoltaïques col·locades a la coberta i emmagatzematge de l'energia produïda amb bateries.

Realment, l'experimentació en aquest petit laboratori permet traslladar-ho a edificis sencers.

### CASOS CONCRETES

I, finalment, tres exemples d'aplicació en masies actualment en reforma.

Davant qualsevol intervenció en un projecte, en primer lloc es realitza una anàlisi des del punt de vista del concepte energètic:

- Reducció de la demanda (materials apropiats per a reduir la demanda i aprofitament de les possibilitats que hi hagi dels sistemes passius).
- Dimensionament de sistemes (aplicació de sistemes actius adequats amb la màxima eficiència possible).
- Estratègies de control (ajuda i suport de l'automatització dels diferents mecanismes aplicats).

### Mas aïllat a Menorca, 100 % eficient

L'objectiu d'actuació en aquest projecte és aconseguir que el mas (figura 12) sigui autosuficient al 100 %. De l'anàlisi de les possibilitats que ofereix l'entorn per a l'aprofitament i aplicació de sistemes de climatització passius, tenim que en aquest cas són: ventilació creuada i construcció d'un pou canadenc.

Difícilment aquests sistemes són suficients per a satisfer les necessitats de climatització i aconseguir el confort. Per això es plantegen sistemes de climatització actius. D'una banda, un sistema de control de les obertures que permeti obrir i tancar de manera automatitzada segons les necessitats. Pel que fa al mètode de climatització pel qual s'ha optat és amb caldera de biomassa. La propietat té un pla de gestió forestal que estima una obtenció de fusta suficient per a cobrir les necessitats de demanda. La combinació és amb terra radiant, que també s'utilitzarà com a refrescant a l'estiu, però en aquest cas la font de calor serà amb geotèrmia.

Es completa el 100 % de les necessitats energètiques amb energia elèctrica a partir de plaques solars i energia eòlica, aprofitant la posició geogràfica de la finca. En previsió dels moments en què no hi ha insolació i en què la intensitat del vent és més reduïda, es considera un sistema de bateries (GE backup) que puguin acumular l'excedent d'energia en els moments de més producció.





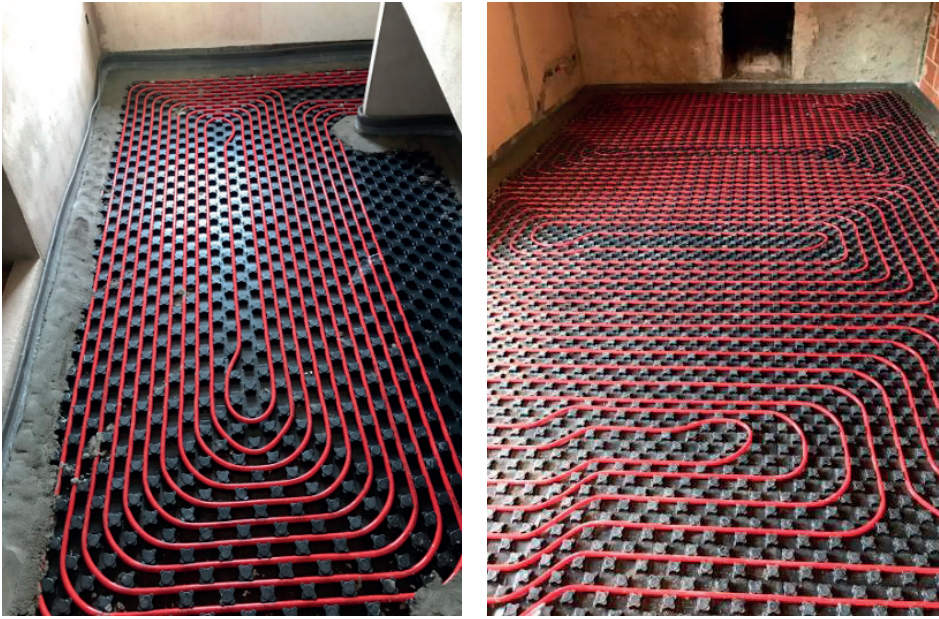


FIGURA 15. Terra refrescant: pas 5 (WC) i pas 10 (resta). Mesura de la temperatura de condensació. (Fotografia de Franc Comino.)

de mesura de quantitat de  $\text{CO}_2$  i de les partícules volàtils en l'aire, de manera que s'obrin quan les concentracions siguin superiors a les de consigna per garantir la qualitat de l'aire. També es plantegen sistemes de generació: en aquest cas, es fa una combinació de fotovoltaica (amb plaques) i microhidràulica (amb la col·locació d'una turbina aprofitant la infraestructura existent de l'antic molí).

### Mas amb geotèrmia o terra radiant a l'Empordà

Pel que fa als sistemes de climatització passius, s'ha optat per ventilació creuada, aprofitament i protecció solar. La mateixa geometria de la casa, amb un pati envoltat per edificació (figura 14) facilita que hi hagi una ventilació creuada i il·luminació a la part central del conjunt.

Quant als sistemes de climatització actius, una vegada més, el sistema de climatització més eficient per a un edifici amb molta superfície útil i espais de volum d'una certa dimensió és la combinació de geotèrmia amb terra radiant i refrescant (figura 15).

Com en tots els altres casos, es tracta de sumar diversos sistemes d'aprofitament del que possibilita el mateix edifici. Una claraboia sobre l'escala central amb control de ventilació automatitzat és utilitzada per a forçar la renovació de l'aire des del punt de vista de la salubritat i, a la vegada, extracció de l'aire calent que s'acumula en els punts alts (en temporada de calor).

Per l'emplaçament de l'edifici (zona de l'Empordà), es requereix un sistema de suport per a reduir la temperatura a l'estiu, a més del terra radiant, que es fa amb ventiloinductors (*fan coil units*). El seu rendiment és elevat, amb un baix consum d'energia elèctrica. L'ener-

gia s'obté per autogeneració amb plaques fotovoltaïques i amb acumulació d'excedents d'energia elèctrica cap a les bateries Sonnen Batterie (Webatt). Aquest sistema, amb el qual s'emmagatzema energia, té a més el sistema de gestió, que informa de la predicció del temps per poder preveure l'acumulació, i interacciona amb els requeriments del consum de la casa, amb la qual cosa els usuaris no tenen necessitat d'estar contínuament pendents del control de l'energia.

### CONCLUSIONS

La presa de consciència perquè els edificis esdevinguin més eficients i l'energia elèctrica sigui de producció pròpia és inqüestionable. Els esforços d'investigació i d'aplicació de tecnologies sobre això estan donant resultats cada vegada més assequibles i amb més garan-

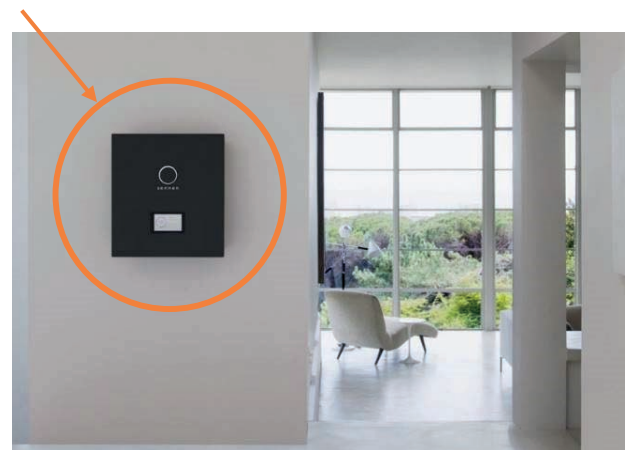


FIGURA 16. Caixa del sistema de control que gestiona EspaiZero. (Fotografia extreta de <http://sonnen.de>.)



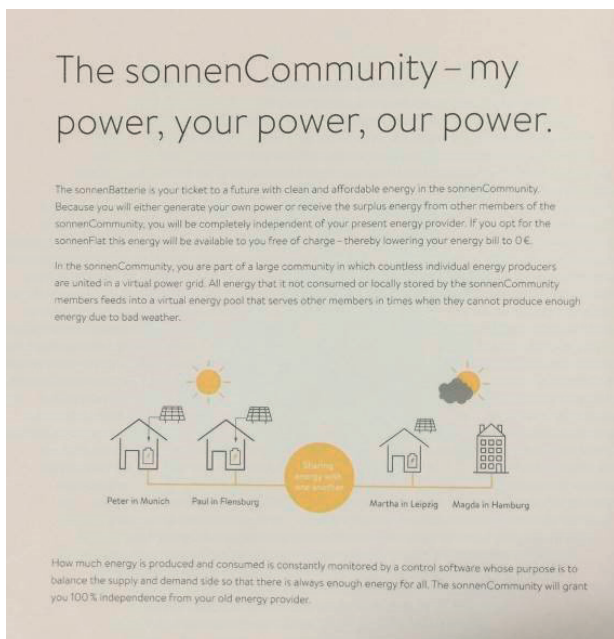


FIGURA 17. SonnenCommunity. (<http://sonnen.de/sonnencommunity/>.)

ties de rendiment i de funcionament, a banda de la comoditat per als usuaris, ja que pràcticament es regulen i controlen de manera autònoma, sense haver de ser especialistes en la matèria. Així és com funciona el sistema ideat per Sonnen Batterie. Podríem simplificar-ho dient que tot el sistema de control que gestiona Espai-Zero, actualment, es reduiria a aquesta petita caixa bonica (figura 16), que es cuidaria de saber la predicció del temps que tindrem i, en funció d'això i de la tarifa elèctrica més econòmica, controlaria la fotovoltaica, el sistema de clima elèctric emprat (geotèrmia/aerotèrmia) i l'emmagatzematge de l'energia en moment de forta radiació solar quan no som a casa per a poder fer-ne ús a la nit.

I no només cal pensar en la producció per a l'autoconsum, si hi ha oportunitat de compartir energia. Actualment a l'estranger (Alemanya, Suïssa, Itàlia, Aus-

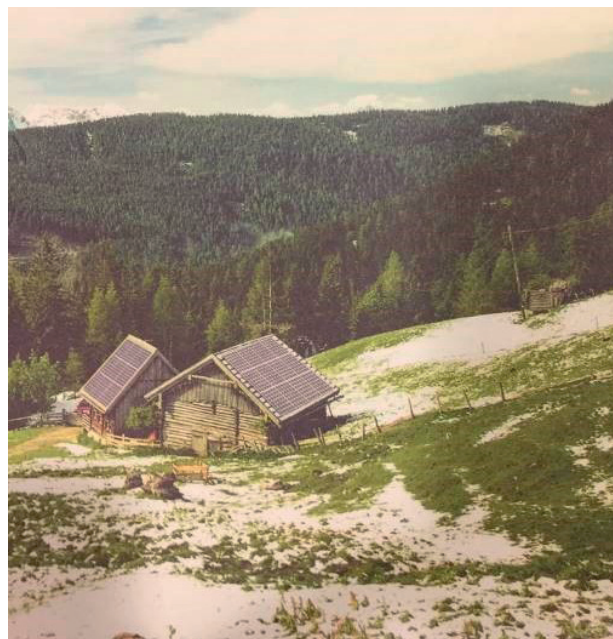


FIGURA 18. Exemple d'aparellaments d'actualitat. (Fotografia extreta de <http://sonnen.de/blog/>.)

tràlia, Califòrnia, etc.) hi ha més de cent mil persones que estan connectades per compartir l'energia neta que produeixen. La majoria són granges, però el concepte és fàcilment traslladable a l'entorn urbà, tant residencial com industrial.

Aquest exemple real s'anomena *sonnenCommunity* (figura 17).

Alguns aparellaments d'actualitat són: energia amb desenvolupament econòmic, respecte mediambiental amb generació i ús de l'energia, política energètica amb producció per a l'autoconsum, sostenibilitat energètica amb sostenibilitat ambiental..., i podríem continuar amb una llarga llista. Tots conduiran a l'aparició de nous elements en el paisatge, tant urbà com rural, que amb el temps s'integraran igualment com tants d'altres ha introduït la mà de l'home al llarg de la història (figura 18).