



Habitatges de recent construcció a L'Hospitalet amb sistema de producció íntegra en aerotèrmia Tellus Ignis

Sistemes i aplicacions de l'aerotèrmia

Tipologies d'edificació adequades i **predimensionat**

Gustau Ballester i Montse Bosch / © imatges: Tellus Ignis i House Habitat

Com a continuació de l'article publicat a L'INFORMATIU 357 sobre aerotèrmia, creiem que paga la pena dedicar unes línies més a mirar de resoldre alguns dubtes o qüestions que es poden presentar a l'hora de plantejar-nos aquests tipus d'instal·lacions en edificis de diferents característiques. Per exemple:

■ **Els actuals sistemes d'aerotèrmia són aplicables a qualsevol tipus d'edifici?**

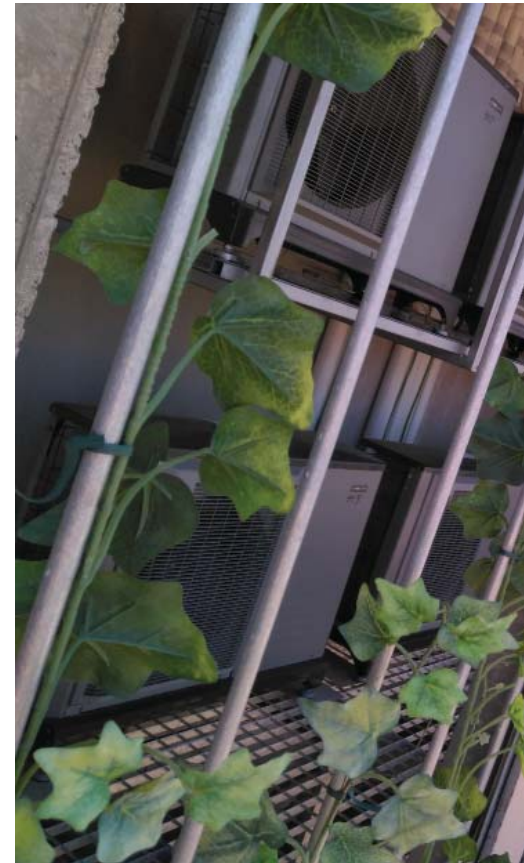
Com ja vàrem comentar en l'anterior article, quasi totes les instal·lacions que actualment tenim instal·lades en els nostres edificis són aerotèrmiques, entenent que es basen en l'intercanvi d'energia tèrmica amb l'aire (exterior, en aquest cas). Ara bé, els nous sistemes compactes de climatització amb producció d'ACS busquen la simplicitat i ocupar un espai reduït i són, per tant, equips petits i de relativament poca potència. En una instal·lació que consideri aquests paràmetres com a prioritaris (per manca d'espai i per tenir una demanda ajustada) els sistemes d'instal·lacions aerotèrmiques són una alternativa interessant. En canvi, si parlem de grans

instal·lacions centralitzades, molt probablement aquestes solucions no siguin les més idònies.

■ **Des de les actuals exigències d'ús d'energies renovables, són una alternativa acceptada?**

Apartir de quin percentatge de compliment de les necessitats? Són una alternativa acceptada, en qualsevol percentatge, per dos motius. Primer, perquè es basen en cicles termodinàmics de gasos dits refrigerants que permeten coeficients de rendiment de 3, 4 i fins a 7 punts. És a dir, obtenim fins a 7 unitats d'energia secundària per cada unitat gastada d'energia primària. Es defineixen "categories" en l'energia en funció de la seva capacitat real de produir un treball efectiu, parlem d'una entropia alta o baixa. Així, considerem l'energia elèctrica com una font d'energia primària, d'alta categoria, mentre que considerem la tèrmica de baixa temperatura, que és l'habitual en climatització i ACS, com a secundària, de més baixa entropia.

En segon lloc, són una alternativa acceptada perquè aquests rendiments s'obtenen no ja amb energies renovables (això depèn de la font primària amb què s'hagi generat



l'electricitat) sinó que també s'aprofiten energies residuals (recuperadors) que es perdrien en el medi ambient (amb efectes sobre l'escalfament global) si no s'aprofitessin. Imbatible en un balanç que consideri tots els efectes. Per tant, alternativa acceptada i la millor possible, per ara, com a mínim.



Sistema de producció íntegra en aerotèrmia, de calefacció, refrigeració i ACS

Els sistemes aerotèrmics no haurien de considerar-se una alternativa sinó la solució de partida per consum, simplicitat i espai ocupat.

■ Els programes de certificació energètica habituals (CALENER, C3X, HUKC o altres) permeten certificar amb aquests sistemes?

Donen millors resultats (quant a emissions de CO₂) o pitjors que la instal·lació de plaques solars per a ACS? Els programes actuals de certificació energètica permeten aplicar aquests sistemes, alguns directament i altres de manera simplificada, per comparació. Els resultats que s'obtenen demostren que sempre seran millors les instal·lacions aerotèrmiques que les plaques solars, ja que aquestes són sistemes cíclics, que depenen de les condicions atmosfèriques (incidència solar) i que, precisament per això, són sistemes que necessiten back up, és a dir, sistemes alternatius per si falla la font principal (sol).

De tota manera l'avaluació entre sistemes diferents no es pot basar únicament en el compliment d'una sèrie de criteris normatius. Tots ells són acceptables a partir d'un dimensionat correcte. El que cal analitzar és el resultat global d'exploració: inversió + producció + manteniment. I aquí és on intervenen costos i rendiments, que es donen per fets, però dels quals mai es fa un seguiment ni verificació. Si es fa un seguiment real, amb el grau de manteniment habitual que, desgraciadament, es fa en les instal·lacions solars, es veu que les instal·lacions aerotèrmiques, més simples

A nivell domèstic els sistemes compactes aerotèrmics han aparegut per substituir les plantes solars tèrmiques per a producció d'ACS



Casa pasiva de House Habitat a Mirasol (Sant Cugat del Vallès), d'Ernest Garriga (Lacol Arquitectes) i Xavier Badia (arquitecte tècnic de Vinclament)

en operació i manteniment, són més eficients al llarg de la seva vida útil.

■ Són compatibles els dos sistemes o poden ser complementaris?

A nivell domèstic els sistemes compactes aerotèrmics han aparegut per substituir les plantes solars tèrmiques per a producció d'ACS. Per tant, no té sentit un ús mixt simultani ni tampoc fer-los complementaris l'un a l'altre, pel que implica quant a doblar inversions i a la necessitat de dur a terme manteniments diferenciats.

■ Quina tipologia d'edificació és més apta per a aquests sistemes?

Habitatge unifamiliar aïllat? Cases adossades? Edifici plurifamiliar? I quines són les zones climàtiques idònies? Zones climàtiques càlides? Temperades? Fredes? Els sistemes no tenen cap limitació en tipologia. Potser la més complexa seria l'edifici plurifamiliar, si pretenem agrupar unitats exteriors en coberta, degut

a les possibles alçades a superar i a la necessitat de passos comuns i accessibles en els recorreguts verticals. En tot cas, les diferències en alçada geomètrica admeses pels nous equips van creixent (temes relatius a compressors i gasos utilitzats) i disposar dels passos verticals és un problema de disseny de l'edifici de fàcil solució si aquests passos es tenen en compte de bon principi.

Per altra banda, i amb relació al rigor climàtic, com més temperatura és una zona (podem considerar variacions d'entre +2°C als +35°C), necessitem menys potència tèrmica instal·lada i els equips treballen en la zona de major rendiment. Per tant, diríem que un clima mediterrani, amb variacions però no molt extremes, és l'ideal per aquests tipus de sistemes, amb períodes d'utilització limitats a uns mesos molt concrets en què s'assoleixen valors extrems (especialment en el cas de la refrigeració).

De fet, però, són sistemes aptes per a totes les condicions, sempre i quan



ACS, i terra radiant/refrescant en planta baixa i fan coils (a l'esquerra) a la primera planta de l'edifici de Sant Cugat amb certificació energètica A

es tingui present que, a mida que les condicions exteriors se situen en els extrems, els rendiments cauen i, per obtenir els mateixos resultats cal disposar de més potència instal·lada per aconseguir els mateixos resultats.

De la mateixa manera que les alçades màximes possibles entre unitats interior i exteriors d'un sistema partit van creixent també les temperatures extremes en què aquests equips poden treballar fan que els rangs d'utilització siguin cada cop més amples. Hi ha lleis físiques intocables (l'aigua, a pressió atmosfèrica, sempre es convertirà en gel per sota els 0°C) però hi ha, gràcies a la tecnologia, maneres enginyoses de superar condicions adverses i seguir proporcionant el servei previst.

■ **A partir de quins paràmetres es pot considerar l'ús de sistemes aerotèrmics?**

Econòmics, d'eficiència energètica, d'emissions associades, de demanda? Amb la tecnologia disponible i els sistemes de control de la matei-

xa electrònica existents al mercat, els sistemes aerotèrmics no haurien de considerar-se una alternativa sinó, més aviat, la solució de partida per consum, simplicitat i espai ocupat.

Si l'edifici en qüestió objecte d'un estudi de viabilitat encara disposa de subministrament de gas natural canalitzat potser encara és més econòmica una caldera de gas (tot i que no qualsevol caldera). En qualsevol altre cas la resposta és clarament no, ja que encara que el cost d'inversió és la darrera barrera, això serà per poc temps.

A països com Holanda, a tall d'exemple, ja s'ha decidit formalment i de manera oficial la migració cap a sistemes "tot elèctric" i s'estan preparant per començar a desmantellar la xarxa de gas natural i eliminar la dependència respecte tercers com a proveïdors d'energia.

Ho fan plantejant sistemes moderns i dinàmics de generació elèctrica en local, amb plantes fotovoltaïques i bombes de calor aerotèrmiques com les que estem comentant en aquest article, amb un plantejament global que implica totes les baules

(generació/distribució/comercialització), el que permet tractar temes com els costos, l'eficiència, emissions i demanda des d'un punt de vista agregat i, per tant, molt més eficient pel conjunt de la societat. I si és més eficient pel conjunt, també ho ha de ser, segur, pel particular.

■ **Quin futur immediat ens depararà la necessitat de projectar i construir edificis d'energia quasi nul·la (NZEB o EECC)?**

Anem cap a aquest tipus de sistemes perquè els edificis necessitaran molt poca energia? Serà l'energia

A països com Holanda, s'estan preparant per començar a eliminar la dependència respecte tercers com a proveïdors d'energia



Dates clau per a la implantació dels NZEB

Font: BPIE (Building Performance Institute Europe). 2015 "Nearly Zero Energy Buildings Definitions across Europe"
http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf

elèctrica la més eficient i "renovable" per als nostres edificis, tenint en compte la necessitat de fer ús d'energies produïdes en l'entorn proper? Recordem de nou què és un edifici de consum d'energia quasi nul·la segons la Directiva 2010/31/UE: "un edifici amb un nivell d'eficiència energètica molt alt (...). La quantitat gairebé nul·la o molt baixa d'energia requerida hauria d'estar coberta, en molt àmplia mesura, per energia procedent de fonts renovables, inclosa l'energia procedent de fonts renovables produïda in situ o en l'entorn.

Efectivament, si construïm bons edificis estarem reduint la seva demanda energètica a les necessi-

tats mínimes (primera exigència per aconseguir edificis d'energia quasi nul·la) i si hi instal·lem sistemes tèrmics i d'enllumenat molt eficients, les necessitats d'energia primària seran les mínimes possibles. En aquestes condicions, hauríem de ser capaços de produir l'energia primària mínima imprescindible de manera local, i la tecnologia actual permetria fer-ho amb plantes fotovoltaïques (FV). Hem de tenir en compte que les plantes FV actuals permeten valors de producció que se situen al voltant dels 170W/m² i que l'espai en coberta en edificis "en

alçada" sempre és limitat. Per tant, si l'energia primària requerida és la mínima possible, podrem arribar a produir-la tota de manera local. Llavors trobem les claus de futur: "nivell d'eficiència molt alt", "energies renovables", i "produïdes in situ".

Sobre si l'energia elèctrica és la més eficient o l'energia primària del futur, creiem que sobre això no hi ha dubte. No s'ha qüestionat mai. El que es qüestiona és que producció i consum han d'estar lligats (una havia de seguir l'altre) degut a la dificultat de "produir i emmagatzemar" l'energia elèctrica de manera real

Edifici residencial NZEB de Barcelona amb instal·lacions de Baxi



Es tracta d'implementar polítiques amb uns objectius clars i proporcionant els recursos necessaris.



Maquinària d'aerotèrmia Daikin en habitatge passiu de House Habitat (Sant Cugat del Vallès) i col·locació del terra radiant (foto inferior)

i eficient. Poder-ho fer permetria produir en moments de baix consum i consumir en puntes, reduint molt la potència instal·lada. Aquest problema no existeix quan parlem de combustibles derivats del petroli, que permeten ser emmagatzemats i consumits sota demanda.

L'altre gran problema de l'energia elèctrica, tal i com s'ha plantejat fins ara, és que la producció es fa en centrals de gran potència allunyades dels consums. Transportar aquesta energia grans distàncies amb unes pèrdues raonables obliga a treballar a altes tensions, amb les dificultats tècniques, de seguretat i d'afectació a l'entorn ja ben conegudes.

I aquests són els conceptes que han canviat: primer, la producció ja no és singular i allunyada del consum sinó que es proposa que producció i con-

sum es barregin en àrees locals i que una i altra es compensin tant com sigui possible. I el segon, la millora de les bateries elèctriques. Capacitat, eficiència, durada, baix pes i velocitat de recàrrega són elements que milloren constantment, fins al punt de convertir les bateries en alternatives reals en molts aspectes. El cas més conegut, el dels vehicles automòbils 100% elèctrics.

Això provocarà, o ja està provocant, també un canvi en el concepte del receptor, simplificant equips, fent-los menys costosos i de més fàcil manteniment, revertint en la reducció de costos de producció, reduint l'ús de materials necessaris i facilitant el seu posterior reciclatge. Un canvi que serà dràstic. En el cas dels vehicles automòbils 100% elèctrics es parla d'una reducció de fins a un

60% en peces, equips i temps de muntatge si ho comparem amb un vehicle habitual amb motor d'explosió. Això és una revolució. I això no és tot.

■ Parlem d'un canvi de concepte

El cotxe, com ja va passar amb els smart phones, passen de ser una cosa a una altra molt diferent. L'*smart phone* va passar de ser un telèfon a ser un mitjà d'intercanvi d'informació i serveis l'amplitud i abast del qual no cal explicar. Del cotxe elèctric en proposen un canvi similar. Passarà de ser un consumidor d'energia en el transport a ser un subministrador d'energia a la llar. Si el vehicle elèctric disposa d'unes bateries amb tecnologia capaç d'alimentar motors potents i amb una gran autonomia però està aturat un 95% del temps diari, per què no utilitzar les bateries del cotxe com a font d'energia real? Per què gastar-nos recursos muntant sistemes de bateries fixes a casa si tenim el cotxe, que disposa de bateries amb capacitat suficient? Carreguem bateries de dia, a la feina, allà a on siguem, ens desplace a casa i, de nit, utilitzem l'energia generada emmagatzemada al cotxe. És energia de proximitat (0-100 km), renovable amb sistemes de recàrrega mitjançant plaques fotovoltaïques, utilitza recursos disponibles infrautilitzats i permet una dualitat com a receptor-subministrador que augmenta l'eficiència del conjunt com cap altra.



El cotxe elèctric passarà de ser un consumidor d'energia en el transport a ser un subministrador d'energia a la llar

■ Dos comentaris més

Per a qui estigui preocupat per la inversió que suposa les estacions de càrrega de vehicles, tant si estan connectades a la xarxa com si generen l'electricitat localment amb sistemes FV, ja es parla de sistemes de càrrega per inducció integrats a les calçades de carrers i carreteres, de manera que, pel fet de circular-hi per damunt, carregarien les bateries dels vehicles. Sense comentaris. Més important, encara i canvi de concepte. Si fins ara tenim receptors (TV, neveres, enllumenat, calefacció, motors...) preparats per rebre corrent altern (CA) a tensions mitjanes/altes (230/400V) perquè era convenient pel tipus de generació (generadors rotatius) i per les grans distàncies de transport (poques centrals de generació de molta potència però molt disperses) ara ens trobarem amb plantes FV més petites, molt properes (km 0) i que produeixen segons altres tecnologies, en corrent continu (CC). Si tenim en compte que la gran majoria de receptors esmentats, internament funcionen amb CC, podem pensar en receptors directament alimentats en CC, estalviant els equips incorporats que permeten el pas de CA a CC. Podrem eliminar transformadors i electrònica intermèdia que genera pèrdues i costos d'inversió i manteniment. Igualment, tensions més baixes impliquen menys risc per als usuaris i menys exigència als materials, menys requeriments en aïllaments i, també, menys espai ocupat, menys material utilitzat. Equips més petits, més eficients,

Ja es parla de sistemes de càrrega per inducció integrats a les calçades de carrers i carreteres



Punt de recàrrega de vehicle elèctric

menys consumidors de recursos.

Tots aquests nous conceptes empenyen en la direcció correcta si es tracta de fer edificis que consumeixin menys i millor? És evident que sí. És una ajuda al disseny global dels edificis per aconseguir el consum quasi zero.

Un altre exemple d'aquest balanç local quasi nul. A Bèlgica està permès instal·lar un sistema FV particular per aconseguir un balanç "anual" nul de l'habitatge. Amb un sistema FV que generi l'energia total anual estimada de l'habitatge es permet el consum i la injecció a xarxa simultànies de manera que el comptador gira endavant o endarrere al llarg del dia, segons necessitis consumir o puguis produir.

La idea és que el teu comptador

elèctric marqui el mateix al començar l'any que a l'acabar i, per tant, el teu consum global pot considerar-se renovable al 100% i km 0, amb un cost real que es limita a l'amortització i eventual manteniment de la instal·lació. A la pràctica, en les condicions i hores d'assolellament i radiació a Bèlgica i amb el nivell (alt) de la qualitat de la construcció (en qüestions d'aïllament, grau d'infiltració i absència quasi absoluta de ponts tèrmics), els retorns de la inversió es produeixen en 6-7 anys. A Almeria, per posar un exemple proper, es podria amortitzar la instal·lació en 2-3 anys per la menor necessitat de potència instal·lada i major nivell de radiació, si es complissin les exigències adequades en la qualitat de la construcció.



Exemples d'habitatges flotants a Bruges (Bèlgica) amb consum nul (Foto: E. Pucurull)

■ Reducció de consum efectiva

En algunes pàgines web es parla de l'aerotèrmia com un excel·lent mitjà per obtenir gran part de l'energia necessària per a climatitzar un habitatge, de manera gratuïta, convertint l'energia natural procedent de l'aire en una climatització renovable i eficient. Fins a quin punt això és així? De quina reducció de consum efectiva podem estar parlant?

Aquest plantejament és erroni o, com a mínim, pot generar certa confusió. Una cosa és l'aerotèrmia com la tècnica d'intercanvi amb un mitjà extern, aire en aquest cas, i una altra és el que anomenem la climatització natural o gratuïta. En el cas de l'aerotèrmia com l'hem descrita fins aquí,

El que fem és fer servir sistemes cada cop més eficients, capaços de convertir energia elèctrica primària d'alta qualitat en la major quantitat possible d'energia tèrmica

ni l'energia és gratuïta ni obtenim energia natural procedent de l'aire. El que fem, com ha quedat exposat, és fer servir sistemes cada cop més eficients, capaços de convertir energia elèctrica primària d'alta qualitat en la major quantitat possible d'energia tèrmica que, al cap i a la fi, és la que ens interessa per escalfar habitatges i ACS. Això es pot fer amb sistemes aerotèrmics (que són molt eficients en aquesta tasca, en unes condicions determinades) i, encara millor (en un segon pas que s'acosta), ho podem fer produint nosaltres mateixos aquesta energia elèctrica primària que necessitem, no només amb finalitats tèrmiques, també pel



Habitatge unifamiliar d'energia positiva a Anglesola de Josep Bunyesc, amb sistemes constructius passius i actius de captació solar

funcionament de tot tipus de receptors i per a l'enllumenat.

Com ja s'ha comentat, aquesta producció tendeix cada cop més a un model de producció local, de manera molt eficient, sense grans xarxes de distribució amb costos afegits, amb la instal·lació de plaques FV. I aquesta tecnologia (generació, emmagatzematge, consum i gestió en àrea local) està evolucionant de tal manera que modificarà el mercat elèctric i el mercat dels receptors, adaptant-los directament al subministrament des de bateries en corrent continu (cc).

Per altra banda, podem parlar també de la refrigeració natural o gratuïta. Parlem llavors de sistemes anomenats passius o de sistemes combinats que aprofiten unes condicions exteriors molt particulars. En el primer cas podem parlar de façanes actives, que aprofiten la radiació solar per escalfar, per exemple, una gran massa d'aigua continguda en la pròpia façana. Aquesta aigua retinguda que capta l'energia del sol, tramet aquesta energia a l'interior. És clar que l'energia, igual que entra pot sortir. Per tant, són sistemes que han de variar les condicions de funcionament, aprofitant per obrir vies

quan ens interessa però tancant-les quan les condicions exteriors ens són desfavorables.

En el segon cas podríem parlar de solucions en climes a on el gradient de temperatura entre dia i nit és molt gran. Climes continentals, normalment en altituds importants, que poden arribar a 40°C de dia i que baixen per sota de zero durant la nit. Amb edificis construïts amb una gran inèrcia tèrmica interior i amb un bon aïllament en l'envolupant, podem fer circular l'aire fred de la nit per l'interior de les estructures i tancaments (forjats actius) refredant la massa del conjunt de manera que, durant el dia, permeti compensar, per conducció natural i radiació, les càrregues internes que es generen per l'ús. Parlem, està clar, d'edificis molt concrets i en llocs bastant especials, que permeten una gestió global per aprofitar una energia efímera i necessària en grans quantitats per ser eficaç. Edificis amb un cost de construcció molt més elevat pel que representa utilitzar la pròpia arquitectura com a mitjà de transport d'aire. Són solucions no exemptes de riscos pel que fa al disseny i resultat final i, normalment, no evita haver de disposar de sistemes



alternatius de recanvi, de menor potència que en cas de no disposar d'aquests sistemes, això sí.

■ En què consisteixen els sistemes híbrids?

Els sistemes híbrids, llevat de molt comptades ocasions, són sistemes de transició. En alguns casos, per requeriments de funcionament dual, són sistemes obligatoris fins que hi ha un canvi tecnològic important que permet prescindir de la dualitat. És el cas dels submarins, que en els seus primers temps havien de disposar de dos tipus de motors, un de dièsel que els permetia navegar en superfície (amb entrada d'aire de combustió) amb consum de fuel, i un d'elèctric per navegar en immersió (sense necessitar aire i, també, més silencis) alimentat des de bateries. Amb l'arribada dels reactors nuclears a una escala, diguem-ne, reduïda, es va passar a funcionar amb un sistema únic que permetia l'ús dual, eliminant duplicitats i reduint l'espai necessari.

En la majoria dels casos, i els vehicles automòbils són, de nou, un bon exemple, els sistemes híbrids són sistemes que permeten una evolució progressiva, talment com ho faria una espècie en evolució, però a velocitats de canvi altíssimes. Es van substituint parts que

van passant d'una tecnologia a una altra, cada cop en major proporció. Difícilment sobreviuran les dues tecnologies a llarg termini perquè si la nova realment demostra que pot ser substituïda i amb avantatges desplaçarà totalment l'antiga. I, com sempre, mantenir dualitats implica doble cost, doble manteniment, doble espai ocupat.

Com al cas del submarí, els sistemes híbrids són vàlids o necessaris si els sistemes han de treballar en dos entorns totalment diferents per a un mateix principi de funcionament. Però aquest tipus de situacions són, realment, poc freqüents.

Per tant, en la majoria de sistemes, inclosa l'aerotèrmia, híbrid és sinònim de transició, fins que la tecnologia emergent sigui capaç de substituir i millorar l'anterior, moment en el qual l'antiga desapareixerà. I en aquest cas, híbrid es refereix a la utilització de sistemes o combustibles que no parteixen del principi del cicle termodinàmic d'un gas especial, dit refrigerant.

Per exemple, un sistema híbrid pot ser un que faci servir resistències elèctriques que, per efecte Joule, reforcin l'escalfament de l'aigua d'un dipòsit d'emmagatzematge si el sistema de bomba de calor té una demanda conjunta (calefacció+ACS) superior a la que pot cedir en unes condicions

determinades. O l'ús de calderes amb cremadors de gas natural com a circuits de reforç, en els mateixos supòsits. O cremadors de gas natural com a mitjà de regeneració de materials d'intercanvi, en el cas d'alguns deshumidificadors dits de rotor dessecant.

És evident que els balanços globals, quan es fan servir sistemes que no són tan eficients com els principals, han de penalitzar el resultat final, a més d'encarir el conjunt per major nombre de components i perquè obliguen a duplicar les fonts primàries d'energia.

■ Podem fer un predimensionat aproximat per a un habitatge estàndard, per a les diferents zones climàtiques de Catalunya?

El predimensionat per a un habitatge estàndard no varia massa ni en el tipus d'habitatge ni segons la zona climàtica, si tenim en compte que el pic de potència necessària ve determinada sempre pel consum d'ACS i no per la demanda de calefacció, donant per descomptat que es compleixen els requeriments normatius en temes d'aïllament i de limitació de la demanda, per a cada zona.

Per tant, el tema determinant és la mida de l'habitatge, és a dir del possible nombre màxim d'ocupants que requeriran ACS al llarg de l'any, amb els valors de temperatures, necessitats i graus de cobertura que determini el CTE vigent.

Suposem un habitatge de 80 m², de 3 habitacions dobles, per a una ocupació estàndard de 4 persones. Suposem també una zona mediterrània, amb un rang de temperatures exteriors al llarg de l'any de -4°C a +36°C. I suposem un sistema d'aerotèrmia partit, individual, amb una capacitat d'acumulació de 260 litres, preparats a 60°C, sense sistemes complementaris addicionals. Sistema amb compressors scroll

(convencional) amb inverter (règim de funcionament variable en funció de la demanda) amb refrigerant R410A (actual, lliure d'halògens). En aquestes condicions podríem establir:

- Potència total disponible màxima: 15kW
- COP: 5
- Consum màxim: 3kW

En aquest rang de consums, entre 4 i 2 ocupants, podríem parlar d'un rang de potències de:

- Potència total disponible màxima: 11kW
- COP: 4,5
- Consum màxim: 2,4kW

Per tant, aquest seria un rang força habitual per a una tipologia d'habitatge estàndard a Catalunya. Per a famílies o habitatges per damunt dels 4 ocupants podríem aplicar regles de proporcionalitat. I dins de les zones climàtiques habituals a casa nostra, amb una incidència, en habitatge nou, molt petita pel que fa a les condicions necessàries per a la calefacció i encara menor per a la refrigeració.

■ De quines inversions econòmiques estariem parlant? I períodes de retorn?

Per respondre aquesta qüestió, amb base a l'exemple anterior, podríem donar uns valors de referència, entenent que parlem de valors mitjans de tots els paràmetres que afecten un càlcul que pot ser complicat i

laboriós.

L'equip en qüestió que comentàvem pot tenir un cost d'inversió i d'explotació de:

- Equip aerotèrmia:
- Cost inversió (equip + instal·lació) = 10.000 €
- Cost d'operació: 700 €/any (Calefacció: 500 €/any – ACS: 250 €/any)

Pel seu costat, podem tenir:

- Equip a Gas Natural (caldera mixta):
- Cost inversió (equip + instal·lació) = 4.000 €
- Cost d'operació: 1.300 €/any (Calefacció: 900 €/any – ACS: 400 €/any)
- Equip elèctric (acumulador i radiadors elèctrics):
- Cost inversió (equip + instal·lació) = 2.000 €
- Cost d'operació: 3.300 €/any (Calefacció: 2.500 €/any – ACS: 800 €/any)

En altres paraules, cost d'inversió 10:4:2 i cost explotació 1:2:4. Per tant, la inversió queda amortitzada en 3 anys si es compara amb l'elèctrica i en 5 si es compara amb la de gas natural. A partir d'aquests períodes, i per una vida mitjana real que es pot arribar a situar en els 15 anys, la resta d'anys són estalvi.

En el cost total d'un habitatge, considerar un increment de la inversió en aquests sistemes i passar de 2.000 a 10.000 € no sembla un factor determinant. Estalviar 3.000 €/any només en consum elèctric sí que podria ser un argument real. Sense entrar en altres consideracions mediambientals.

■ Podem utilitzar les calculadores d'aerotèrmia i sistemes híbrids de les empreses com a eina professional o tan sols com a orientació?

Com s'ha comentat, la preselecció d'un equip de cara a establir pressupostos indicatius o factors generals com consums elèctrics es pot fer a

Es tracta d'implementar polítiques amb uns objectius clars i proporcionant els recursos necessaris.

través d'aquests programes perquè els marges de variació seran molt tancats. La selecció específica d'un o altre equip s'ha de deixar en mans d'un tècnic especialista, principalment perquè l'evolució, cost i detalls tècnics és molt canviant i poden afectar a sistemes de protecció o al tipus d'unitats terminals a utilitzar, fan-coils, radiadors, terres radiants, etc. Per tant, de cara a l'avaluació de potències, costos inicials i predimensionat d'instal·lacions, els programes i criteris són suficients.

■ I ara una reflexió final

No ens cansarem d'insistir en què les barreres per a assolir una edificació sostenible i més respectuosa amb el medi ambient no es troben en el desenvolupament tecnològic ni tampoc en factors econòmics. Es tracta d'implementar polítiques amb uns objectius clars i proporcionant els recursos necessaris.

I, pel que fa als tècnics, cal una formació constant en allò que és exigible normativament i dels mitjans de què disposem per complir amb aquestes normes, en temes d'instal·lacions i en qüestions relatives a materials i solucions constructives, per transmetre aquesta necessitat a constructors, compradors i usuaris i fer que sigui normal conèixer i exigir solucions d'alta qualitat, també pel que fa a l'ús de l'energia. ■

Els autors: *Gustau Ballester és enginyer industrial i Montserrat Bosch és arquitecta tècnica col·legiada núm 6.777, doctora en sostenibilitat i professora del departament de Tecnologia en l'Arquitectura de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)*

