

## **EXTRACTE DE LA MEMÒRIA D'INSTAL·LACIONS TÈRMiques SEGONS** **RITE**

### **COMPARATIVA DE TECNOLOGIES CLIMATITZACIÓ**

Atès que el centre de formació Artèxtil disposa d'una potència de climatització superior als 70 kW, el RITE estableix l'obligatorietat de justificar tècnicament les diferents alternatives de producció, generació d'ACS i ventilació disponibles, analitzant-ne l'eficiència, la viabilitat d'implantació i el comportament energètic.

L'edifici és existent i presenta condicionants arquitectònics i funcionals específics: recorreguts interiors extensos, ocupacions variables pròpies d'un entorn docent, espais disponibles limitats i una demanda d'ACS reduïda. Aquest conjunt de factors fa necessari realitzar una comparativa exhaustiva entre les tecnologies del mercat per assegurar la selecció d'aquella que ofereixi el millor equilibri entre rendiment, cost, manteniment i compatibilitat amb el marc normatiu.

Els apartats següents descriuen les diferents tecnologies avaluades i exposen, amb criteri tècnic, els motius que condueixen a la solució final adoptada en cada cas.

### **PRODUCCIÓ DE CLIMATITZACIÓ**

En aquest apartat s'examinen les principals tecnologies de producció tèrmica aplicables a l'edifici, valorant-ne el comportament energètic, les condicions d'implantació i l'adequació al funcionament real del centre. L'objectiu és identificar quina alternativa garanteix el millor rendiment global amb requeriments de confort variables i amb limitacions físiques pròpies de la seva configuració arquitectònica. A partir d'aquesta anàlisi es determina la solució més eficient i operativament fiable per al conjunt de les instal·lacions.

#### **Geotèrmia**

La geotèrmia es caracteritza per oferir rendiments molt elevats i una estabilitat tèrmica notable al llarg de l'any. En condicions ideals és una tecnologia extremadament eficient. Malgrat això, en el cas del centre Artèxtil la seva implantació resulta inviable. L'edifici és existent i no es preveuen actuacions en profunditat a la solera el que impossibilita l'execució de pous i la seva comunicació sota el forjat, tampoc es disposa d'espai exterior suficient per a l'execució de sondes.

Adicionalment l'activitat del centre genera consums intensius e irregulars que requeririen un nombre excessiu de sondes, convertint la solució en desproporcionadament cara. En conjunt, tot i la seva elevada eficiència teòrica, la geotèrmia es descarta per impossibilitat tècnica i econòmica desproporcionada.

#### **Xarxes urbanes de districlima (DHC)**

Les xarxes urbanes de calor i fred representen una opció altament eficient quan existeixen a l'entorn immediat. Malauradament, en la ubicació d'Artèxtil no hi ha disponibilitat d'una xarxa DHC a distàncies raonables. La central més propera es troba a Barcelona, i qualsevol intent de connexió requeriria obra civil massiva, pèrdues

energètiques importants i un cost que en cap cas seria justificable. Per aquest motiu, aquesta tecnologia queda descartada per inexistència d'infraestructura viable.

### **Sistemes VRF / VRV**

Els sistemes VRF o VRV, àmpliament emprats en oficines i hotels, han estat igualment analitzats. Tot i que presenten un bon comportament en càrregues parcials i una molt bona modularitat en la producció, el centre Artèxtil compta amb recorreguts interiors molt extensos. Això implicaria volums totals de refrigerant molt elevats, amb riscos importants en cas de fuga i amb la necessitat d'adoptar mesures addicionals segons l'EN 378.

Les restriccions actuals i futures del de gasos fluorats farien la instal·lació encara més complexa i menys recomanable. Davant d'aquest conjunt de factors, el sistema VRF es descarta per complexitat, riscos associats i limitacions normatives.

### **Biomassa**

La biomassa també ha estat considerada com a tecnologia de generació de calor. Encara que pot ser una opció eficient en edificis de menor potència, les necessitats d'aquest projecte requereixen equipaments de granulometria i potència importants, amb espai per al silo, accessos logístics i sistemes de gestió de residus. El manteniment és intensiu, la disponibilitat de combustible pot ser variable i l'espai necessari és, en aquest cas, inviable. Per aquest conjunt de factors, la biomassa no es considera una alternativa adequada.

### **Bomba de calor aire-aigua amb distribució hidrònica**

Aquesta tecnologia, basada en la producció centralitzada mitjançant una bomba de calor aire-aigua i la distribució d'aigua fins als terminals, és plenament compatible amb l'edifici existent. Ofereix alts rendiments estacionals, un comportament òptim a càrregues parcials i un risc mínim, ja que el fluid que circula interiorment és només aigua. Compleix totes les exigències del RITE, s'alinea amb les restriccions dels gasos fluorats i comporta un manteniment senzill i econòmic. L'escalabilitat és elevada i la integració amb sistemes de monitoratge és senzilla.

### **Conclusió**

De totes les tecnologies analitzades, la bomba de calor aire-aigua és l'única que combina viabilitat tècnica, seguretat, compatibilitat normativa, baix risc d'explosió i eficiència energètica global. Les limitacions físiques i normatives descarten la geotèrmia, la biomassa, el VRF i la xarxa DHC. Per aquests motius, la solució seleccionada és la bomba de calor aire-aigua amb distribució hidrònica, que garanteix el millor balanç global per a l'edifici Artèxtil.

## **PRODUCCIÓ D'ACS**

En aquest apartat s'avaluen les diferents opcions de generació d'aigua calenta sanitària aplicables a l'edifici, analitzant-ne la funcionalitat, l'eficiència real i l'adequació als punts de consum existents. L'estudi considera especialment la distribució interior, la intermitència dels usos i la relació entre inversió, manteniment i demanda efectiva, amb l'objectiu de determinar la solució que ofereixi el balanç més favorable per al centre.

### **Producció centralitzada d'ACS**

La producció centralitzada d'ACS pot oferir un control unificat i un funcionament aparentment eficient; tanmateix, en el cas del centre Artèxtil les distàncies de distribució superen els 15 metres, i això obliga, segons el RITE i la normativa sanitària de prevenció de legionel·la, a incorporar un sistema de recirculació permanent que mantingui les temperatures de servei dins els rangs de seguretat. Aquesta recirculació comporta pèrdues energètiques contínues durant tota la jornada, fins i tot en absència d'ús, i exigeix el funcionament de la bomba circuladora, incrementant el consum elèctric associat.

Atès que la demanda real és molt reduïda, les pèrdues per dissipació i el consum de recirculació acabarien essent superiors a l'energia útil real subministrada als punts de consum. A això s'hi suma el risc sanitari inherent als sistemes centralitzats amb llarg recorregut, que requereixen protocols de control, purgues, manteniment i tractament específic per prevenir el desenvolupament de *Legionella spp.*. En conjunt, l'eficiència global seria baixa i el cost d'instal·lació i manteniment seria desproporcionat respecte a la necessitat real del centre.

### **Producció d'ACS mitjançant aerotèrmia**

La producció aerotèrmica d'ACS es basa en una bomba de calor específica que obté energia de l'aire exterior, aconseguint rendiments superiors al d'un sistema resistiu convencional. Aquest funcionament requereix una correcta captació i expulsió d'aire, així com una temperatura exterior compatible amb els rendiments declarats del fabricant.

Al centre Artèxtil, els punts de consum estan situats en zones interiors sense accés directe a façana ni possibilitat d'ubicar unitats exterior-interior que permetin l'intercanvi d'aire necessari. Aquesta limitació arquitectònica comprometria el rendiment dels equips i podria provocar funcionaments intermitents o insuficients. A més, els models que s'ajusten a la demanda prevista no proporcionen la pressió disponible suficient per recórrer les llargues canalitzacions interiors existents, la qual cosa impediria garantir un subministrament estable.

Des del punt de vista sanitari, els sistemes aerotèrmics amb acumulació centralitzada continuen estant exposats al risc de legionel·la quan la temperatura no es manté de forma estable per sobre dels valors de seguretat, fet habitual quan els equips treballen a càrregues molt baixes. Caldrien operacions de xoc tèrmic, control de temperatures i manteniment específic.

Finalment, aquesta tecnologia presenta un cost significativament superior en comparació amb alternatives més simples, tant en la inversió inicial com en les adaptacions necessàries per intentar garantir la ventilació exterior. El benefici real sobre

la demanda del centre és limitat, i el risc sanitari i econòmic no justifica la implantació d'aquesta solució.

### **Producció descentralitzada amb termos elèctrics**

La producció descentralitzada amb termos elèctrics és especialment adequada per a edificis amb consum reduït i localitzat. En aquest esquema, cada punt o bloc de consum disposa del seu propi termo, evitant la necessitat de recirculació i eliminant pràcticament totes les pèrdues de distribució associades a xarxes llargues.

Des del punt de vista sanitari, aquest sistema minimitza de manera molt significativa el risc de legionel·la, ja que treballa amb volums d'aigua reduïts, temperatures estables i recorreguts mínims. A diferència dels sistemes centralitzats, no genera tubs morts, no requereix purgues complexes i facilita el control individualitzat de cada punt de consum. El manteniment és senzill i el risc de proliferació bacteriana és molt inferior.

A nivell energètic, els termos tenen un consum directe, però en aquest cas el centre disposa de generació fotovoltaica capaç de compensar una part significativa del consum elèctric associat, millorant substancialment el balanç energètic final i reduint despeses d'explotació. El cost d'instal·lació i manteniment és el més baix de totes les alternatives.

### **Conclusió**

Considerant la baixa demanda d'ACS, les distàncies de distribució, la necessitat de minimitzar el risc de legionel·la i l'aportació de la instal·lació fotovoltaica existent, la solució que ofereix el millor comportament global és la producció descentralitzada mitjançant termos elèctrics. Aquesta alternativa garanteix el consum més ajustat a la realitat del centre, el menor risc sanitari, el cost d'execució més baix i la millor eficiència operativa en relació amb la demanda real d'ACS.

## VENTILACIÓ I RECUPERACIÓ D'ENERGIA

La ventilació de l'edifici esdevé un element clau per garantir la qualitat d'aire interior en un entorn docent amb afluències variables i concentracions puntuals elevades d'ocupació. Per aquest motiu s'han analitzat diferents sistemes de recuperació i estratègies de control, valorant-ne la capacitat d'assegurar els nivells de renovació requerits amb el mínim impacte possible sobre la demanda energètica global de la instal·lació.

### Recuperador estàtic de plaques

Els recuperadors estàtics de plaques realitzen una transferència sensible entre els corrents d'aire d'impulsió i d'extracció mitjançant superfícies planes. La seva simplicitat constructiva els fa robustos, amb baix manteniment i un cost reduït. Tanmateix, no permeten cap tipus de recuperació latent, ja que no existeix transferència d'humitat entre els corrents d'aire.

Aquesta limitació és especialment problemàtica en edificis docents, on la generació d'humitat per part dels ocupants és elevada i la ventilació requerida és alta. La manca de recuperació latent obliga a una deshumidificació addicional en períodes d'estiu i a un sobre esforç de la producció de fred, que incrementa el consum energètic global de la instal·lació. La **UNE-EN 16798-3** estableix que en espais amb ocupació densa és recomanable prioritzar sistemes amb recuperació latent, cosa que el recuperador estàtic no pot satisfer. Per tot plegat, el seu comportament energètic en aquest edifici és insuficient.

### Recuperador rotatiu

El recuperador rotatiu utilitza un rotor metàl·lic que gira entre els corrents d'aire, permetent una transferència tant de calor sensible com d'una part de la latent. Aquest sistema ofereix una eficiència superior al recuperador estàtic i és especialment eficient en càrregues parcials, situació freqüent en edificis docents.

Tot i això, presenta alguns inconvenients que cal considerar. El moviment rotatiu comporta risc de contaminació creuada quan les pressions no estan perfectament equilibrades, cosa que pot incomplir els criteris de separació d'aire establerts al RITE i a la UNE-EN 308. A més, requereix manteniment mecànic regular (rodaments, motor del rotor, corretges) i pot ser sensible a condicions d'humitat elevada. És una solució viable, però no la més eficient ni la més segura en entorns amb elevada variabilitat d'ocupació i necessitat de control higrotèrmic.

### Recuperador rotatiu de sorció

El recuperador rotatiu de sorció incorpora un recobriment higroscòpic (silicagel o materials adsorbents similars) que permet transferir humitat entre els corrents d'aire, aconseguint una recuperació latent significativa. Aquest comportament és ideal en edificis on l'ocupació genera molta humitat, com és el cas del centre Artèxtil.

La recuperació latent redueix substancialment la demanda de fred a l'estiu i estabilitza les condicions interiors a l'hivern, mantenint la humitat en rangs de confort segons la UNE-EN 16798-1. Aquesta tecnologia destaca per la seva alta eficiència energètica, una

reducció notable de la càrrega total de climatització i un confort higrotèrmic molt superior als altres sistemes.

D'acord amb la UNE-EN 13053, els recuperadors de sorció assoleixen eficiències totals (sensible + latent) significativament més altes que les de les plaques i els rotatius convencionals, cosa que els converteix en la millor opció per a edificis amb ventilació intensiva.

## **Sistema de control**

### **Cabal constant**

La ventilació a cabal constant constitueix un sistema estable i robust, ja que garanteix que la instal·lació treballa de manera contínua amb els cabals mínims establerts pel RITE. En aquest cas, el seu funcionament es complementa amb la determinació a la baixa mitjançant el mètode de dilució basat en la concentració de CO<sub>2</sub>, tal com preveu la IT 1.1.4 i les recomanacions de la UNE-EN 16798-1 per a espais d'ocupació variable.

En un edifici docent, les variacions de qualitat d'aire estan directament relacionades amb la densitat d'ocupació, i el CO<sub>2</sub> és un indicador adequat, reconegut normativament, del nivell de ventilació necessari. Aquest tipus de regulació no requereix la instal·lació d'elements motoritzats dins la xarxa principal ni la incorporació de caixes de regulació en punts de difícil accés

Des d'un punt de vista hidrodinàmic, un sistema a cabal constant manté unes pressions més estables en tota la xarxa, minimitzant la necessitat de reequilibris i reduint la probabilitat de sorolls associats a maniobres de regulació. Aquest comportament afavoreix la durabilitat del sistema i garanteix una distribució homogènia del cabal entre les diferents aules garantint sempre les concentracions de CO<sub>2</sub> respecte els criteris normatius.

### **Cabal variable (VAV)**

La solució basada en cabal variable ajusta el cabal impulsat a cada aula en funció de la demanda, permetent una reducció energètica en condicions d'ocupació parcial. No obstant això, aquesta estratègia requereix la instal·lació de comportes motoritzades o caixes VAV en cada punt de distribució. Aquestes unitats necessiten espais suficients per a la seva instal·lació, registre d'accés per a inspecció, línies independents de control i una correcta estabilitat de pressió en la xarxa.

En una instal·lació soterrada amb trams de conducte allotjats en zones amb espai limitat, gran part d'aquests requisits no es poden complir amb facilitat, dificultant el manteniment preventiu i correctiu. A més, la presència de múltiples punts de control en una xarxa ramificada pot donar lloc a oscil·lacions de pressió, necessitant equilibratges periòdics i reduint la predicibilitat del comportament fluidodinàmic del sistema.

Des del punt de vista econòmic, la implantació d'un sistema VAV comporta un increment considerable del pressupost, derivat tant de la compra dels equips motoritzats com de la instal·lació i configuració de la infraestructura de control. A això s'afegeix el cost de manteniment, habitualment superior al d'un sistema de cabal constant, atenent a la naturalesa mecànica i electrònica dels actuadors i sensors.

Tot i que el cabal variable pot ser avantatjós en edificis amb accessibilitat òptima i espais amplis per a equips de regulació, les condicions físiques de la instal·lació analitzada limiten notablement la seva aplicabilitat.

## **Conclusió**

L'anàlisi realitzada mostra que la regulació per cabal variable implica un increment econòmic considerable, derivat tant del cost dels equips motoritzats com de la complexitat de la seva instal·lació, calibratge i manteniment. En canvi, la ventilació a cabal constant amb modulació segons la concentració de CO<sub>2</sub> ofereix una solució més equilibrada, amb un cost inicial molt inferior i una regulació plenament alineada amb el mètode de dilució establert pel RITE. Per aquest motiu, aquesta opció es considera la més adequada per garantir la qualitat d'aire requerida amb la millor relació entre eficiència, simplicitat i cost global.