



SISTEMES D'ESTALVI ENERGÈTIC PER A L'EDIFICI DE JAUME I I AGORA. UNIVERSITAT POMPEU FABRA

PRIMER PREMI VI CONCURS DE TREBALLS SOBRE NOVETATS D'INSTAL·LACIONS A L'EDIFICACIÓ



RESUM

El projecte de climatització per a la Universitat Pompeu Fabra realitzat per Instal·lacions Arquitectòniques compren els edificis de Jaume I, antiga caserna militar remodelada interiorment en la seva totalitat, i l' edifici soterrat contigu de l' Àgora Jordi Rubió i Tudurí, ambdós situats al Campus de la Ciutadella, a Barcelona. La superfície útil total està al voltant de 26.000 m². Els usos a que es dedica són bàsicament Aules, Biblioteca, Despatxos, Professorat i Deganats, Sala d' Exposicions i Sala d' Actes. Amés incorpora un Centre de Control de tots els edificis del Campus de la Universitat.

ANTECEDENTS, PREMISSES

- 1.- Necessitat de controlar el nivell freàtic, a 30 cm de la llosa del soterrani.
- 2.- Free-cooling en tots els locals a on sigui possible. Control tèrmic independent en cadascun d' ells.
- 3.- Control independent dels cabals d' aire impulsats.
- 4.- Gestió i control de totes les instal·lacions. Funcionament Autònom.
- 5.- Racionalització del consum energètic.
- 6.- Protecció total de l' edifici davant Intrusió, Incendis i descàrregues atmosfèriques.
- 7.- Protecció de tota la xarxa d' alimentació dels sistemes informàtics.
- 8.- Sistema de Veus i Dades en tot l' edifici.
- 9.- Ada PTSci a l' Arquitectura de totes les instal·lacions.

SOLUCIONS ADOPTADES

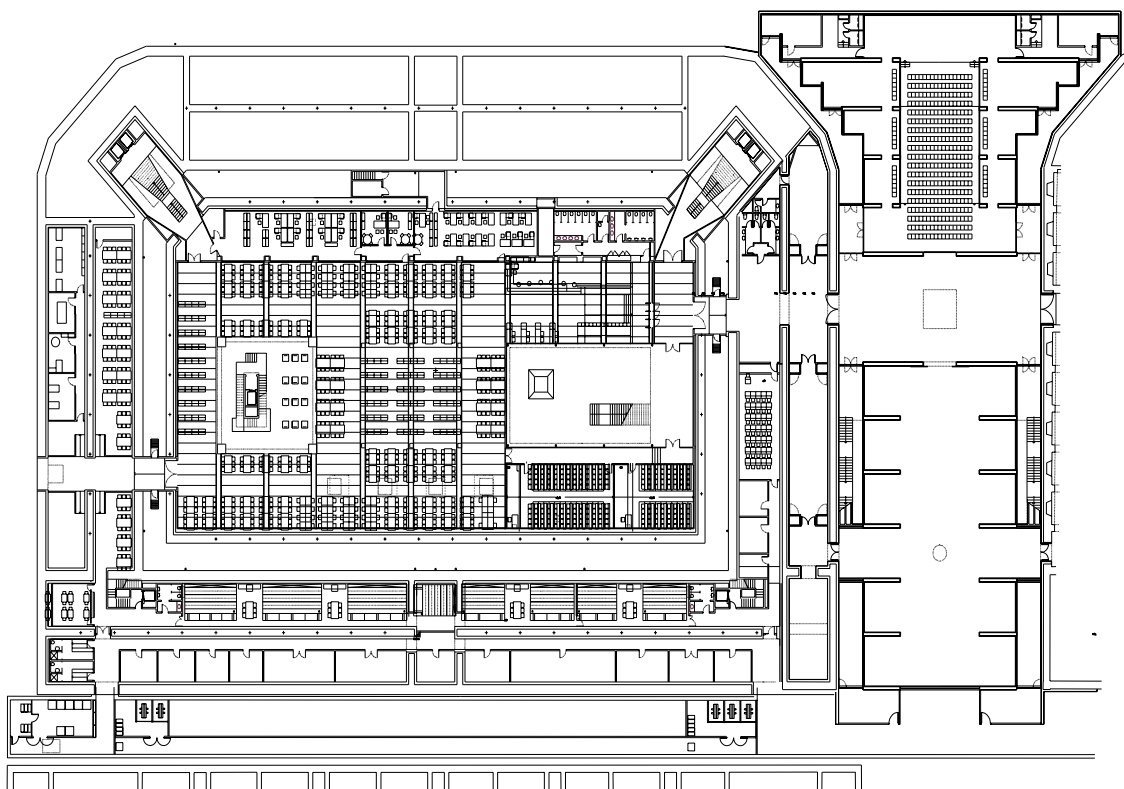
- 1.- Bombejament continu d' aigua, quin cabal dona possibilitat de ser usada per a climatització.
- 2.- Es disposa d' instal·lació de Free-cooling en el 90% de la instal·lació, i 4 tubs en el 100%.
- 3.- Tots els climatitzadors disposen de variador de freqüència o reòstat.
- 4.- Es disposa de sistema Centralitzat. Un cop donades les consignes i horaris el sistema funciona autònomament.
- 5.- Tots els locals que no tenen ocupació continuada disposen de detectors de presència que actuen sobre les instal·lacions, baixant-ne el règim o aturant-les, segons el cas.
- 6.- D.C.I. en tots els locals. D.A.I. a base de CCTV i contactes magnètics en tots els accessos i sortides de locals considerats de risc. Gàbia de Faraday per a descàrregues i proteccions en els quadres de retorns del Terreny
- 7.- Alimentació ininterrompuda del sistema i xarxa de terres de resistència inferior a 0.2 Ω
- 8.- Fibra òptica i xarxa de comunicacions PDS en tot l' edifici
- 9.- Disseny d' un climatitzador i una llumenera amb difusor d' aire incorporat específic per a l' edifici.

1 INTRODUCCIO

L'edifici de Jaume I ocupa pràcticament la totalitat d' una illa de l' Eixample de Barcelona i l' Àgora el subsòl del carrer entre dues illes, en espera de ser el nexa d' unió amb l' edifici Roger de Llúria. Es compon de:

PLANTA SOTERRANI
PLANTA BAIXA
PLANTA PRIMERA
PLANTA SEGONA
PLANTA SOTACOBERTA
AGORA
TORRE CENTRAL BIBLIOTECA

BIBLIOTECA, AULES, SALES TÈCNIQUES I MAGATZEMS
VESTIBUL, AULES, BAR - RESTAURANT
AULES I DESPATXOS DE CATEDRES
DESPATXOS CATEDRES
SALES DE MAQUINES.
SALES D' ACTES, DE REFLEXIÓ I D' EXPOSICIONS
SALES D' ESTUDI



Els requeriments bàsics que s'ens varen fer per a la instal·lació són regulació independent per a cada recinte, aproximadament 350, i funcionament durant 20 h / dia tota la setmana de la Biblioteca. Amés era necessari incorporar sistemes independents i autònoms per a les sales de SAI, Centres de Càlcul, centres de control. Com és lògic el programa ens obligava a disposar d'una gran parcialització en el sistema productor de fred per tal racionalitzar l'ús de l'energia. L'escala del projecte, i les diferents demandes i necessitats, gairebé tot l' any hi ha demanda de fred i de calor simultàniament, fan que ja des d'un principi ens plantejàssim una sèrie de possibilitats de producció d' energia, realitzant un estudi tècnic-econòmic d'implantació i explotació comparant diversos sistemes. Així mateix s' estudien la idoneïtat dels diferents sistemes que alimentarien l'edifici.

2 ANTECEDENTS

Les característiques del subsòl de l'immoble de la U.P.F. entre els carrers Ramon Trias Fargas i Wellington fan necessaris unes actuacions per tal de protegir la planta Soterrània, destinada a Biblioteca, amb 25.000 volums, auditori, sala d' exposicions, etc., dels efectes negatius de l' aigua del nivell freàtic.

Durant una primera fase d' implantació dels fonaments i de la llosa del terra de la biblioteca es va haver de bombar aigua contínuament per a evitar que aquests elements estructurals estessin negats i dificultes la seva construcció. Aquest nivell quedava en condicions normals a 30 cm dessota la llosa. En cas d'augment l'aigua estava dins de la sala, cosa que venia corroborada per diferents estudis paral·lels que n' advertien de la futura pujada degut al sots-explotament de l'aigua Soterrània.

Fent una anàlisi històrica veiem que antigament en aquesta zona les explotacions agrícoles funcionaven amb aigua de pou. El segle passat aquestes explotacions són substituïdes per indústries que segueixen usant l' aigua del subsòl. Amb la crisi dels anys 70 i finalment amb la construcció de la Vila Olímpica aquestes indústries desapareixen i deixa d' extreure's aigua. Amés la presència de la Ronda Litoral, la línia IV del Metro es forma una mena de presa que impedeix el trànsit natural de l' aigua cap el mar. Això es tradueix com es pot veure sovint en la premsa actual en inundacions en aquest transport públic.

Per tant es decideix en una fase preliminar del projecte posar quatre pous en les respectives cantonades del pati de l' edifici, amb un sistema de bombes continu a fi i efecte de protegir l' edifici de filtracions i inundacions.

3 ESTALVI I RACIONALITZACIO DE L'ENERGIA

En un principi s'estudien varies possibilitats com a sistemes energètics per el funcionament de l'edifici, amb una potència estimada total d'uns 2.500 KW frigorífics. Es descarten desseguida les plantes d'absorció amb flama directa consumint gas natural pel seu alt cost d'implantació i manteniment. La possibilitat de màquines partides era inviable en el nostre cas. S'estudia també la acumulació nocturna de gel i el funcionament amb planta frigorífica i caldera. També s'estudia lògicament la implantació de bombes de calor aire - aigua, avaluant els costos anuals del sistema. Finalment i tenint en compte el volum d'aigua extret pels pous que controlen el nivell freàtic ens plantejem la possibilitat de instal·lar màquines condensades per aigua, obtenint uns resultats energètics òptims degut a que donen alhora aigua freda i calenta simultàniament, i a més una d'elles de franc. Això sumat al seu alt rendiment és claríssim que el sistema és altament recomanable per el nostre edifici.

Així tenim, que d'entrada disposem de diversos sistemes per a un estalvi energètic, que seran:

3.1 CONDENSACIÓ PER AIGUA.

Aquest sistema permet un estalvi elèctric del voltant del 30% del que suposaria condensar per aire. D'altra banda en ser aigua de pou que està a uns 18 °C de mitja anual, enlloc dels 30 - 35 que tindrem en una torre de recuperació ens dona un millor rendiment de les màquines, i alhora un altre estalvi, ja que en les condicions de torre necessitaríem una planta frigorífica més potent, i lògicament amb més consum elèctric.

3.2 SISTEMA FREE-COOLING

El 90 % d'espais de l'edifici disposen de Free-cooling, amb el que en un 70 % de les èpoques intermèdies no depenen de les plantes frigorífiques.

3.3 TERRA RADIANT FRED I CALENT

Sabut és que la temperatura de sensació que té l'usuari és una mitja entre la temperatura dels paraments i la de l'aire de la sala. El fet de tenir una gran superfície temperada fa que la temperatura de l'aire pugui ésser més baixa, amb el que hi ha un altre estalvi del voltant del 10 % pel fet de no haver de tractar tant l'aire ambient. Aquesta solució sols s'adopta a la zona de l'Àgora.

3.4 SISTEMA INDIVIDUALITZAT

Cada espai, local, despatx o aula, disposa del seu propi climatitzador, el que fa que en cas de no estar ocupat no estigui en funcionament la seva màquina. En el cas d'un gran climatitzador central caldria tractar-ho tot, amb un desperdici d'energia.

3.5 DETECTORS DE PRESENCIA

Es disposa en cada espai d'un detector de presència per infrarojos i acústics que en cas d'ocupació dona senyal al sistema de control i gestió de les instal·lacions. Això fa que automàticament es posi en marxa la instal·lació de clima sense cap mena de manipulació de l'usuari. Quan aquest marxa, passat un temps prudencial estudiat en cada tipus de local, deixa la climatització en Stand-by, i desconnecta el llum en el cas que l'usuari s'el deixés obert. Si l'usuari vol pot aturar la climatització de la seva sala.

4 ESTUDI HIDROLÒGIC

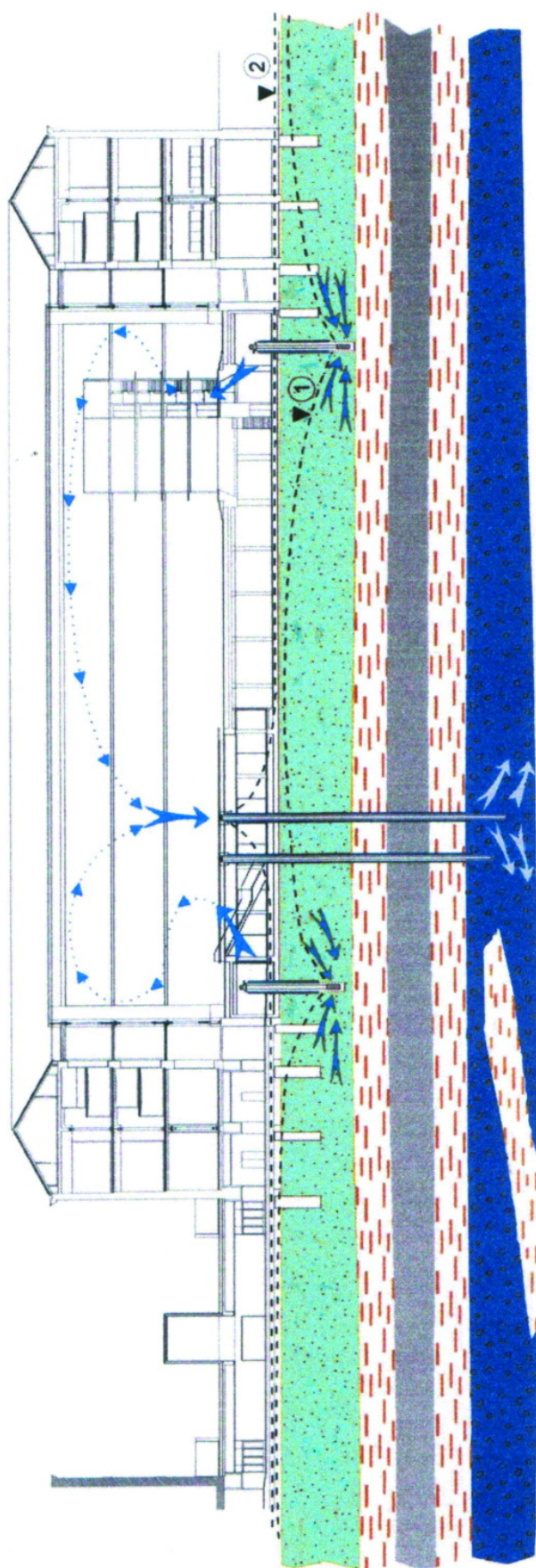
Un cop comprovada la idoneïtat energètica de la proposta de condensació per aigua era necessari conèixer, abans de decidir la seva implantació, la adequació del sistema de control del nivell freàtic a les necessitats de la instal·lació de climatització.

El conjunt del dispositiu caldria que fos implantat com un exemple d'adequació de l'obra a l'entorn natural del subsòl, sent al mateix temps un aprofitament i una contribució a l'equilibri hídric subterrani.

El subsòl d'on es cimenta l'edifici presenta dues formacions permeables, separades per una capa impermeable. Les dues es troben saturades i situades entre 6 i 12 m la primera i entre 30 i 35 m la segona, constituint dos aqüífers localment separats. El superior es troba en règim lliure amb una càrrega hidràulica que es valora en uns 0,5 m. El segon aqüífer presenta condicions de confinament, amb una càrrega hidràulica de l'ordre de 0,6 m.

Aquests conjunts aqüífers van ser explotats profusament durant els anys 50-70 per l'indústria del Poble Nou. Aquest fet va provocar una sobreexplotació de l'aqüífer trencant-se l'equilibri entre aportacions d'aigua continental i el mar. Com a conseqüència d'aquest fet, es van salinitzar els aqüífers, ajudant en part aquest fet a que l'indústria abandonés la zona. Paral·lelament, les edificacions amb soterranis que es van construir durant els anys 60-70, es van dur a terme amb un nivell freàtic situat a uns metres per sota de la cota mitjana de l'aqüífer en condicions hidràuliques naturals. Actualment, al no produir-se explotació, els nivells han tornat a pujar, podent-se situar per sobre de les cotes originals.

Aquesta darrera hipòtesi es basa en els possibles efectes de presa subterrània que lògicament han de produir els mateixos soterranis. El projecte d'adequació de les casernes com a un Centre Universitari, contemplava la realització d'una planta sotterrani sota del pati interior destinada a Biblioteca, Sales d'Ordinadors, Aules, Estacions Transformadores i Centre de Rebuda de Mitja Tensió, Sales de Comunicacions, Centrals Telefòniques i de Dades, prou importants com per a córrer el perill de que es podessin inundar. El rebaixament necessari per a realitzar aquest sotterrani ha estat de 6 m, de manera que la profunditat de l'excavació situa la base de la solera en la cota actual del nivell freàtic. Aquest fet demana un dispositiu de drenatge i/o bombeig, per tal de poder fer front a possibles increments del nivell freàtic que farien inoperant el sotterrani com a planta d'ús docent, concretament com a biblioteca.



Paral·lelament a aquesta problemàtica constructiva i com aprofitament dels cabals extrets, es plantejava la possibilitat de disposar d' un sistema de climatització per circuit d' aigua. **Concretament es tractaria d' extreure aigua d' un aquífer i injectar-la en l' altre.** Les circumstàncies hidrogeològiques del subsòl permetien optar a una sèrie d' alternatives per abastar-se d'aigua i al mateix temps reutilitzar-la, de manera que milloressin les circumstàncies hidrogeològiques de la zona des de l' òptica de qualitat d' aigua.

Després d' una anàlisi d' alternatives sobre de quin aquífer extreure aigua i en quines èpoques, i en quin aquífer injectar-la , es va arribar a la conclusió de que l'opció més complerta consistia en extreure l' aigua de l' aquífer superior i injectar-la en l' inferior.

Amb aquest sistema es conjuguen tres funcions diferents:

- a) Dispositiu de bombeig que permeti controlar l' aigua del subsòl de manera que el nivell freàtic es situï per sota de la solera de la biblioteca.
- b) Disponibilitat d' utilitzar l' aigua procedent de l' anterior bombeig per a ser utilitzada en el circuit de climatització de l' edifici.
- c) Possibilitat d' injectar l' aigua provinent del circuit de climatització en l' aquífer situat a 30 m de profunditat i afectat per intrusió marina, amb l' objectiu de recuperar-lo.

Per passar de l' idea nua del projecte a disposar de forma física d' un dispositiu en funcionament, ha calgut discórrer per una successió de fases d' aproximació i adequació al model hidràulic subterrani. Es a dir, disposicions i característiques dels materials, distribució dels paràmetres hidràulics, qualitat de l' aigua, interrelacions entre aquífers i capacitat de renovació de recursos, entre d' altres.

Qualsevol prospecció subterrània és inherentment una investigació sobre un tema físicament ocult. Com a conseqüència, precisa sempre d' un procés iteratiu d' aproximació al model físic amb mitjans més o menys directes.

El procés seguit ha estat:

- Estudi documentació pre-existent a la zona. Sondeigs realitzats en la finca amb objectius geotècnics.

- Al fer-se evident que els pous explotarien aquífers constituïts fonamentalment per sorres, s' ha partit de la base que caldria determinar el mètode d' explotació dels pous, així com un disseny específic dels mateixos. Aquest conjunt de condicions tindrien dos objectius:

- a) Que en cap cas s' extregui aigua amb sorres.
- b) Que el sistema de bombeig provoqui els mínims fluxos de sorres de l' aquífer i el conjunt de filtres dels pous. D' aquesta manera es compleix tant amb el condicionant imperatiu de bon funcionament dels pous, com amb la perdurabilitat dels mateixos.

- Realització de pous - sondeigs de 600 mm de diàmetre amb extracció de detritus amb vàlvula de pistó, amb l' objecte de mantenir la permeabilitat natural del medi. Bombeig de neteja de fins. Introducció de filtres específics per a sorres. Assaig de bombeig i determinació de paràmetres hidràulics. Qualitat química de l' aigua.

Aproximació a:

La capacitat de l' aquífer.

Possibilitats i distàncies mínimes de noves captacions.

Prospecció amb igual tècnica de la situació i característiques de l' aquífer profund amb un sondeig de 200 mm de diàmetre. Bombeig i assaig d' infiltracions per gravetat. Valoracions ascensos de nivell amb el temps.

Construcció de dos pous més en l' aquífer superficial per complementar la demanda d' aigua requerida.

Assaig de bombeig conjunt als quatre pous per tal de definir de forma física les influències entre els mateixos i valorar el con de bombeig que l' explotació pot provocar a llarg termini en l' aquífer. Es a dir, confirmar la permanència de les condicions hidràuliques del conjunt aquífer - pous.

Els pous s' han equipat de reguladors de velocitat per regulació de freqüència. De manera que les engegades i parades dels pous es fan d' una forma molt gradual uniformant a la baixa les velocitats d' entrada de l' aigua en el conjunt dels filtres del pou.

Construcció d' un pou - sondeig amb filtres de sorres que connecta totalment amb l' aquífer profund. L' objectiu d' aquest pou és el de assajar la recàrrega de l' aquífer profund. En el cas de constatar-se una alta conductivitat hidràulica més favorable, aquest pou podria ser utilitzat directament com a pou de recàrrega.

Instal·lació del sistema de bombeig-climatització i portada de l' aigua al pou de recàrrega en condicions de total obscuritat. Lliurament de l' aigua dintre del pou mitjançant un tub introduït per sota del nivell freàtic. By pass de l' entrega d' aigua per poder-se injectar en el sondeig de 200 mm situat a 8 m del pou. Instal·lació d' una bomba en el pou de recàrrega de manera que es pugui bombar invertint el flux normal de recàrrega produint-se així una neteja de filtres. Per potenciar aquesta neteja, la instal·lació del pou es troba connectada amb el sondeig de 200 mm.

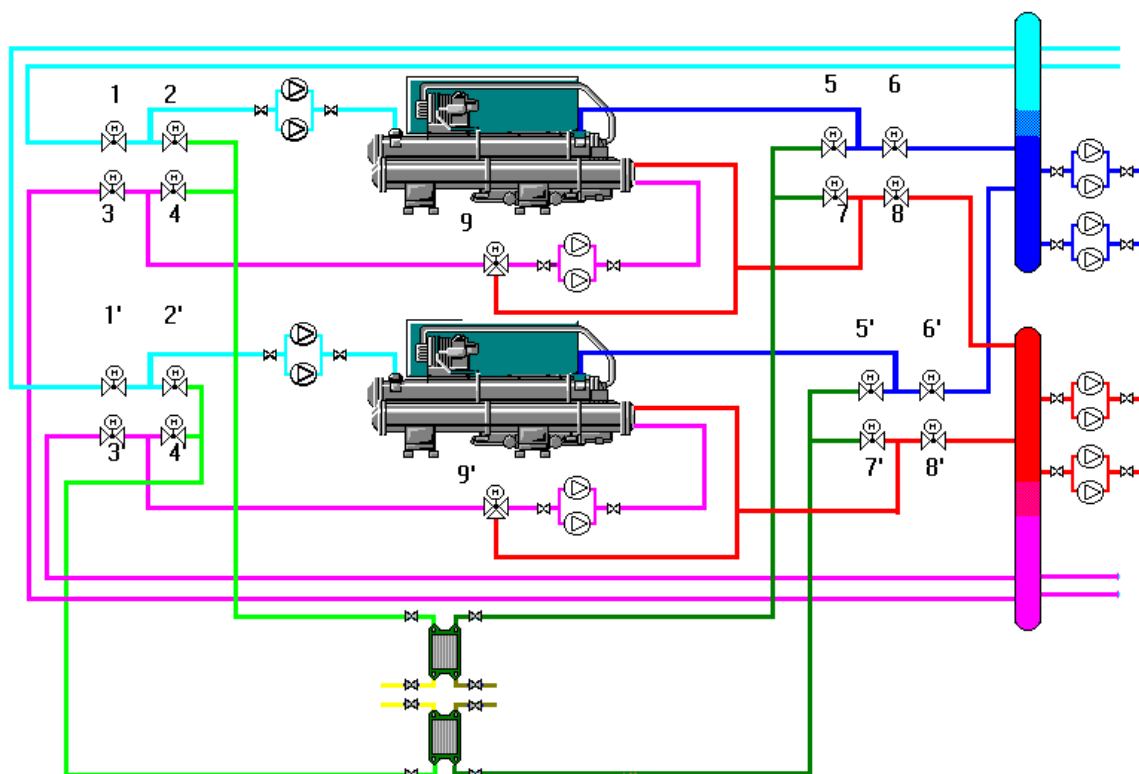
D' aquesta manera es pot injectar aigua en el sondeig, produint-se gradients més alts en la perifèria del pou, facilitant així la neteja. Tant pou com sondeig deuen d' estar provistos de tapa superior estanca amb un manòmetre per controlar pressions que es situïn per sobre del nivell de la tapa i un orifici tapat que permeti l' amidament de nivells, quan la pressió es troba per sota de la boca.

Tot aquest dispositiu, **ja en funcionament a ple rendiment**, és objecte d' un control de seguiment mitjançant el qual es segueix la bondat del sistema i específicament la relació cabals bombats o injectats amb els seus respectius descensos o ascensos. D' aquesta forma s' ajusta el sistema automàtic de funcionament a l' evolució del conjunt pous - aquífers.

En definitiva, es pot presentar aquesta obra com un exemple en que la reflexió prèvia ha permès **conjuguar els interessos mediambientals amb els interessos de desenvolupament.**

5 DESCRIPCIO DE LA INSTAL·LACIÓ DE CLIMATITZACIO

La síntesi de la instal·lació és que el usuari, sense haver de manipular res, pugui disposar de fred o calor, independentment de la resta dels usuaris. Una temperatura de consigna implementada en el sistema centralitzat per a cada local, fa que aquest s' en preocupi en qualsevol moment de donar fred o calor al local en qüestió.



ESQUEMA DE PRINCIPI BASIC

5.1 PRODUCCIO I DISTRIBUCIO D' ENERGIA

El cor de la instal·lació són 4 plantes Aigua - Aigua d que en les condicions de treball previstes aporten 565 KW frigorífics, amb un consum cadascuna de 133 KW elèctrics. Es situen a la coberta, dues sales de màquines. Paral·lelament, en la torre de la biblioteca es situa una bomba de calor aire - aigua de 100 KW frigorífics, consumint-ne 40 d' elèctrics pel tractament d' aquest recinte, que té un funcionament específic. El funcionament es el següent:

5.1.1 POSTA EN MARXA

Independentment de com treballin les màquines, el condensador precisa que l' aigua li retorni a un mínim de 25 °C. Les vàlvules 9 i 9' s' en ocupen, parcialitzant per a aconseguir aquesta temperatura.

Quan la instal·lació està a règim resten completament obertes.

Les Aigua - Aigua s' instal·len en dues sales de màquines totalment independents. La Nord dona servei a la totalitat de despatxos i aules de Plantes Primera i Segona, així com el restaurant de Planta Baixa i els despatxos de la Biblioteca situats sota del bar. La torre Sud dona servei a la resta de Plantes Baixa i Soterrani, així com a la totalitat de l' Àgora.

En aquestes màquines el canvi Estiu - Hivern es produeix automàticament segons les necessitats que hi hagi en cadascuna de les seves zones, podent treballar les de cada sala conjuntament, o bé

una en fred i l' altre en calor. Es fa per cadascuna d' elles a través de dos conjunts de 4 vàlvules de dos vies posats a l' aspiració i a la descàrrega de la màquina.

5.1.2 FUNCIONAMENT EN FRED

Es el funcionament bàsic de la màquina. Les vàlvules 2, 2', 3, 3', 5, 5', 8, 8' estan tancades, i la resta completament obertes, fent que l' aigua de l' evaporador vagi cap a consum i retorni cap a evaporador, i alhora fan que l' aigua del condensador vagi cap a bescanviador s i retorni cap a la màquina.

5.1.3 FUNCIONAMENT AMB RECUPERACIO TOTAL O PARCIAL DE CALOR.

En cas de recuperació parcial les vàlvules 3, 3', 8, 8' que en el cas anterior estaven tancades obren parcialment segons les demandes de calor de la instal·lació, enviant part d' aigua a instal·lació i part a bescanviadors. En el cas de recuperació total queden completament obertes

5.1.4 FUNCIONAMENT EN CALOR

En aquest cas el funcionament les vàlvules que en el cas de fred estaven tancades resten oberts, i viceversa. L' aigua del condensador s' envia a consum i l' evaporador a bescanviadors.

5.1.5 FUNCIONAMENT AMB RECUPERACIO TOTAL O PARCIAL DE FRED

Es una opció similar a la de recuperació parcial de calor, que funciona invertint la posició de les vàlvules d' aquest cas. Tot i que el sistema permet utilitzar-la, no s' usa, per que és preferible funcionar en fred i recuperar calor.

5.1.6 FUNCIONAMENT 50 % FRED I CALOR

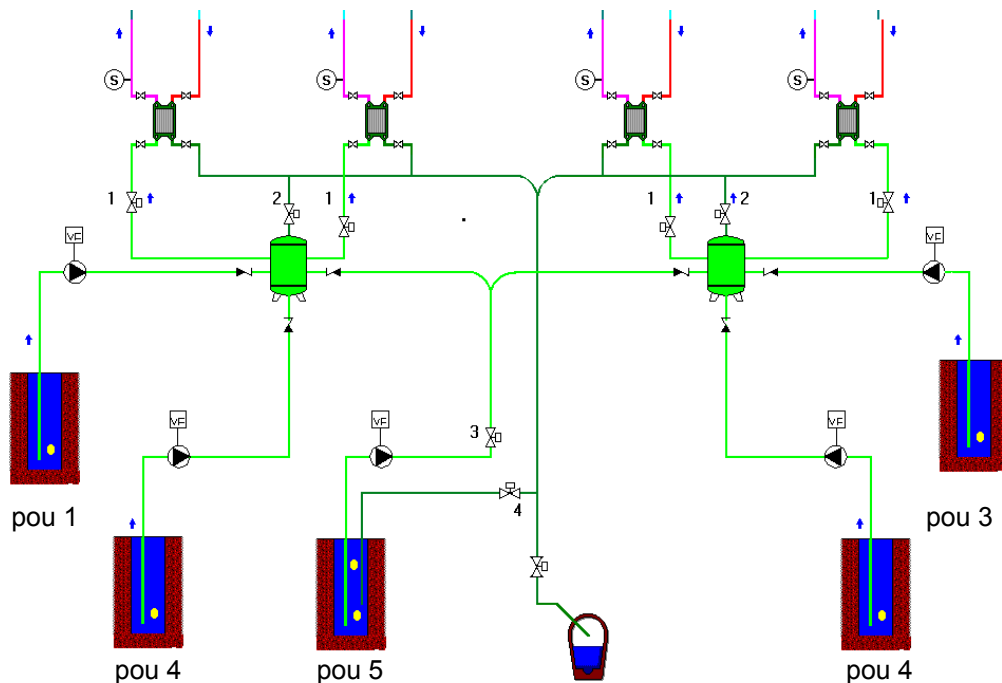
En aquest cas s' usa una bomba en fred i l' altre en calor, amb la posició de les vàlvules tal i com s' indica en els seus casos.

5.2 CONDENSACIO

El circuit de condensació es basa en 4 pous amb bombes amb variadors de freqüència que tiren contra uns bescanviadors, on es produeix l' intercanvi d' energia segons s' explica en el proper esquema de la pàgina següent. Existeix un 5è pou per a la recarrega que actua com a reserva en el cas de defallida d' un dels pous d' extracció, o bé com a reforç en dies crítics.

En l' esquema següent es grafia el esquema de funcionament dels pous.

ESQUEMA DE PRINCIPI CONDENSACIO



5.2.1 POSTA A REGIM

Per problemes de funcionament hidrològic del terreny cal que els pous entrin molt lentament. Prèviament a l'ocupació de l'edifici es posen en marxa les bombes d'extracció evolucionant-se poc a poc Mercès a un variador de freqüència. En aquest punt les vàlvules 1 estan tancades i les 2 obertes, enviant-se l'aigua de nou al terreny, en l'aquífer inferior.

5.2.2 INICI CONDENSACIO

En aquest moment les vàlvules 1 i 2, junt als variadors de freqüència comencen a modular per a enviar a cada bescanviador la quantitat d' aigua que necessita. En principi es continua enviant l' aigua a la recàrrega.

En el cas les vàlvules 3 i 5 resten tancades i la 4 queda oberta. En períodes crítics en que els 4 primers pous no donin prou aigua caldrà xuclar del pou 5, pel que les vàlvules 3 i 5 s' obren, tancant-se la 4 i enviant aigua a la xarxa de clavegueram.

També pot donar-se el cas que el pou no capti prou aigua, cosa que detecta la sonda de màxima, pel que les vàlvules 4 modularien per a tirar l' excés a clavegueram.

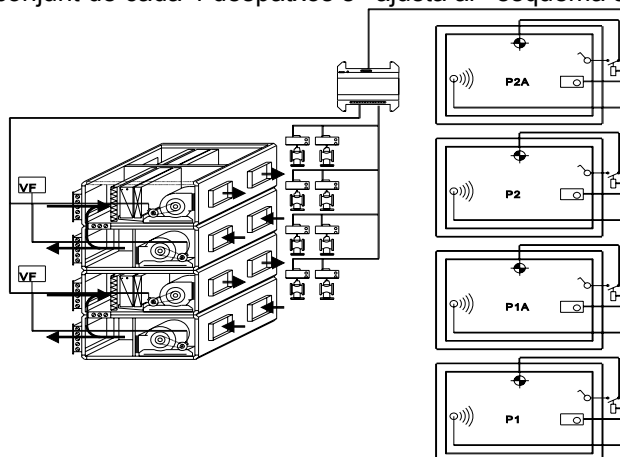
Un cop posat en règim cada bescanviador rep exactament l' aigua que necessita la seva màquina associada, optimitzant l'extracció d'aigua i el consum de les bombes, regulades amb variadors de freqüència.

5.3 FUNCIONAMENT TIPUS DE LA SECCIO VERTICAL

La secció vertical de l' edifici es compon d' una planta sotacoberta, on s' ubiquen els circuits hidràulics, sales de bombes, extraccions, i les climatitzadores de plantes 1^a i 2^a. Aquestes plantes es componen en general de despatxos i aules. Les separacions entre elles fan un gruix de 25 cm, formant una cambra per dins de la qual baixen els conductes d'impulsió i retorn, així com les alimentacions elèctriques i del sistema de Veus i Dades. Cada planta es compon generalment de dos despatxos de una alçada i un d' una. En tots els locals s' impulsa per sostre a través d' un difusor especial que incorpora la llumenera, i en els baixos es recull també pel mateix element, en tant que en els alts es recull a través de reixes en els paraments, a nivell de terra. En planta baixa, compost bàsicament per aules, es tracta l'aire amb climatitzadors verticals amb Free-cooling, impulsant-se per sostre amb els mateixos elements, reforçats amb difusors circulars d' inducció, i es recull a nivell de terra, a través dels testers de les tarimes. Els climatitzadors es situen en càmeres situades entre aules.

5.4 FUNCIONAMENT TIPUS DEL MODUL DE 4 DESPATXOS

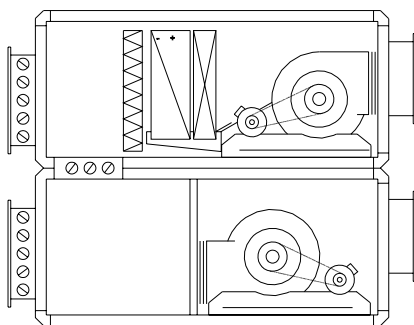
El funcionament del conjunt de cada 4 despatxos s'ajusta al esquema següent:



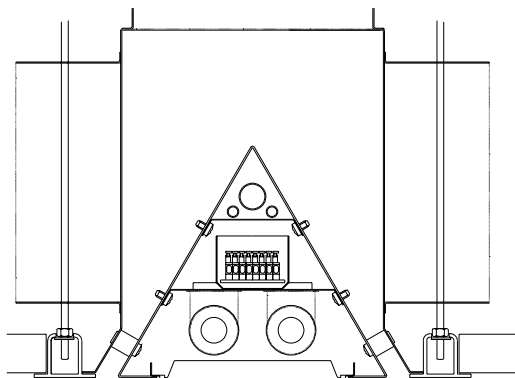
El sistema de control centralitzat, tret que algun usuari hagi indicat altres opcions, a les 7 del matí posa en marxa el sistema de climatització, engegant les plantes i posant a règim l'edifici, en condicions d' Stand-by, és a dir 3 graus per sota o per sobre de les condicions de consigna. Mentre els detectors de presència no denotin cap usuari es mantenen en aquestes condicions. En el moment que entre algú el detector envia senyal a la Subestació corresponent que fa que el climatitzador de l'espai el posi a règim. Alhora també dona senyal al contactor de l'enllumenat de manera que autoritza a fer servir l'enllumenat. Un cop l'usuari està a dins de la sala pot ajustar la temperatura de confort a través del termostat $\pm 1^{\circ}\text{C}$. A cada moviment el detector retarda l'aturada del sistema 20 minuts. Quan l'usuari marxa manté el local en les condicions de confort aquest temps, llavors, en cas que no hagi entrat ningú de nou la Subestació baixarà el règim del climatitzador deixant-lo de nou en Stand-by, i farà obrir el contactor fent que s'apagui el llum en el cas que no s'hagi apagat.

5.5 MATERIAL ESPECÍFIC CREAT PER A L'EDIFICI DE JAUME I DE L' U.P.F.

Per tal d'adaptar-nos correctament a tots els espais amb el material que es precisés es va fer un ampli estudi de mercat, trobant dues deficiències per a les que va ser necessari crear elements especials, que són:



MINICLIMATITZADOR



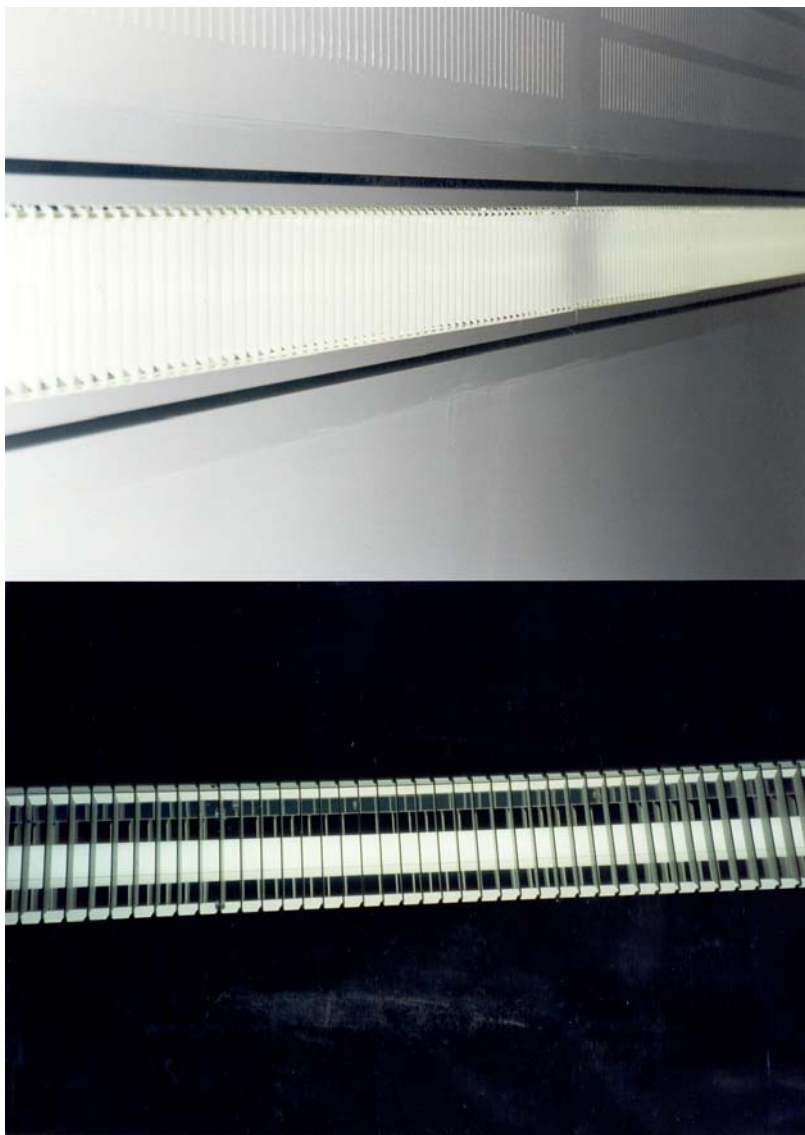
LLUMENERA " LÍNIA "

5.5.1 MINICLIMATITZADORS

Degut la intenció de que cada zona fos autònoma, i la premissa de que els aparells no fossin vistos, afegint-hi amés la voluntat que disposessin de Free-cooling ens trobem amb la problemàtica de necessitar un climatitzador adaptable a diferents zones amb un cabal màxim de 500 m³/h per zona. Després de múltiples converses amb el fabricant s' arriba al disseny d' una climatitzadors doble que respon al darrer croquis, i que en perspectiva es pot veure en el de la pagina anterior. Es partit en el pla vertical central, constituint dues màquines exactament iguals, dividides a la seva vegada en dos pisos, contenint el inferior la secció de retorn, la descàrrega del Free-cooling, i la superior l' admissió d' aquest element, el filtre, les dues bateries, fred i calor i la secció d' impulsio. Cada meitat es correspon a un dels 250 despatxos que componen l' edifici. Per a ajustar el cabal d' aire disposen d' un reòstat que actua sobre els ventiladors. Amés tenen un pressòstat per a detecció de filtres bruts, jocs de vàlvules de tres vies per a la regulació, i sondes de temperatura en impulsio i retorn.

5.5.2 LLUMENERES " LÍNIA "

En la majoria d' espais de Plantes 1^a i 2^a es disposa de molt poc espai de fals sostre, ja que de per si les alçades totals són molt escasses. Es impossible parlar de creuament d' instal·lacions. S' o PTS per a dissenyar una llumenera que integri la difusió d' aire i el plenum, junt a la seva canalització elèctrica els equips d' arranc, i que serveixi alhora com a remat de la placa de fals sostre. El resultat es pot veure en les fotografies i en la secció superior.



5.6 TERRA RADIANT

La zona tractada pel terra radiant és la de l' Àgora, planta soterrani a la dreta. Està pensat per a funcionament en fred i calor. La seva funció és únicament contrarestar les pèrdues per transmissió de l' edifici. Lògicament pel que es refereix a combatre les pèrdues ocasionades per l' ocupació , ventilació i altres càrregues internes cal recórrer a un sistema tradicional. La seva gran avantatge és que en tenir una gran superfície temperada fa que la temperatura de l' aire, degut a que la de sensació és promig de les ambdues anteriors, pugui ésser més baixa, comportant un estalvi energètic important.

Paral·lelament a ell existeix un sistema de climatitzadors amb Free-cooling, quines tasques són aportar aire de renovació, i molt important, quan el terra treballa en fred deshumectar per a evitar possibles condensacions en el paviment.

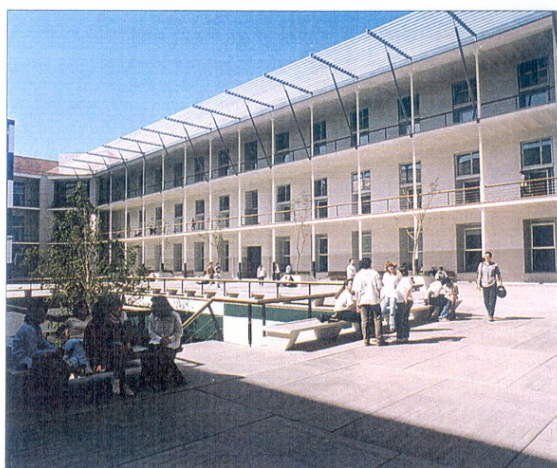
La feina principal encomanada al terra és mantenir la instal·lació en Stand-by. El terra radiant, amb una aportació d'unes 70.000 Frig/h sobre les 240.000 pel total de l'Àgora, manté el local en condicions de confort. Els climatitzadors es dediquen en aquests moments a aportar una mínima quantitat d' aire per a ventilar. Sols quan s' ocupa cal posar en marxa a ple rendiment els climatitzadors.

6 ANNEX FOTOGRÀFIC I PUBLICACIÓ EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

INSTAL·LAT A L'EDIFICI JAUME I (UPF) DE LA CIUTADELLA

Sistema de climatització amb condensació per aigua d'aquífer

Les característiques hidrològiques del subsòl de l'àrea del Parc de la Ciutadella, on s'ubica l'edifici Jaume I de la Universitat Pompeu Fabra, han condicionat el disseny d'un sistema de climatització que extreu l'aigua d'un aquífer i la reinjecta en un altre més profund. Aquest projecte ha estat recompensat amb el primer premi del cinquè Concurs de Treballs sobre Novetats d'Instal·lacions en l'Edificació organitzat per l'ACTECIR, que es va celebrar en el marc del saló Construmat d'aquest any.



Per a la climatització de l'edifici Jaume I de la Universitat Pompeu Fabra s'utilitza un sistema de condensació que aprofita aigua d'aquífer.

L'edifici Jaume I de la Universitat Pompeu Fabra (UPF), que ocupa pràcticament la totalitat d'una illa de l'Eixample de Barcelona, és el resultat de la remodelació de l'antiga caserna militar del Parc de la Ciutadella. En el subsòl d'un dels carrers laterals es troba l'Àgora Jordi Rubió, edificació soterrània que esdevindrà en un futur el nexa d'unió amb l'edifici Roger de Llúria. La superfície útil total és d'uns 26.000 m² i està dedicada a aules, despatxos, biblioteca, sala d'exposicions i sala d'actes, a més d'incorporar un centre de control de tots els edificis del Campus de la Universitat. Les característiques del subsòl de l'immoble de la UPF, entre els carrers Ramon Trias Fargas i Wellington, va obligar a prendre mesures per tal de protegir la planta soterrània —destinada a biblioteca, auditori i sala d'exposicions— dels efectes negatius del nivell freàtic de la zona. Durant la primera fase d'implantació dels fonaments i de la llosa del terra de la biblioteca es va haver de bombar aigua continuament per evitar que aquests elements estructurals estiguessin negats, dificultant així la seva construcció. En cas d'augment del nivell freàtic, fet que diversos estudis advertien a causa de la sota-explotació de l'aigua subterrània, l'aigua podria entrar dins les sales. Cal recordar, tot fent una breu anàlisi històrica, que antigament en aquesta zona les explotacions agrícoles funcionaven amb aigua de pou. Quan, al segle passat, aquestes explotacions van ser substituïdes per indústries, l'aigua del subsòl continuava sent utilitzada.

Amb la crisi dels anys 70 i, finalment, amb la construcció de la Vila Olímpica, aquestes indústries van desaparèixer i es va deixar d'extreure aigua. A més a més, amb la construcció de la Ronda del Litoral i de la línia IV del Metro es forma una mena de presa que impedeix el trànsit natural de l'aigua cap el mar. En aquest sentit, les premisses del projecte imposaven la necessitat de controlar el nivell freàtic, mantenint-lo a 30 cm de la llosa del soterrani. Per tant, en una primera fase del projecte es decideix posar quatre pous en les respectives cantonades del pati de l'edifici, amb un sistema continu de bombes, per protegir l'edifici de filtracions i inundacions.

Premisses del projecte

Aquests antecedents han condicionat fortament la realització del projecte de climatització de l'edifici Jaume I i de l'Àgora, el qual ha estat guardonat amb el primer premi del cinquè Concurs de Treballs sobre Novetats d'Instal·lacions en l'Edificació organitzat per l'ACTECIR, que es va celebrar en el marc del saló Construmat de 1997. Els requeriments bàsics per al disseny de la instal·lació establien que s'havia de poder regular cada recinte de manera independent i que el funcionament de l'equip de climatització de la Biblioteca havia de ser de 20 hores diàries al llarg de tota la setmana. A més a més, es va considerar necessari incorporar sistemes independents i autònoms per a les sales del SAI, els centres de càlcul i

els centres de control. El compliment d'aquestes premisses obligava a disposar d'una gran parcialització en el sistema productor de fred, per tal de racionalitzar l'ús de l'energia. Les característiques del projecte, tant pel que fa a la seva escala com a les diferents demandes d'energia —gairebé tot l'any hi ha demanda simultània de fred i calor—, va fer que s'estudies un ampli ventall de possibilitats de producció d'energia, tot realitzant un estudi comparatiu tècnic-econòmic d'implantació i explotació. En primer lloc, es van estudiar diversos sistemes energètics, amb una potència total estimada d'uns 2.500 kW frigorífics. Entre d'altres, es va analitzar la instal·lació de plantes d'absorció amb flama directa; l'acumulació nocturna de gel i el funcionament amb planta frigorífica i caldera, i la implantació de bombes de calor aire-aigua. Finalment, i tenint en compte el volum d'aigua extret pels pous que controlen el nivell freàtic, es va estudiar la possibilitat d'instal·lar màquines condensades per aigua, les quals permetrien obtenir uns resultats energètics òptims, atès que subministren aigua freda i calenta simultàniament. Aquest fet, sumat al seu alt rendiment, va decantar la balança cap a aquesta solució com l'òptima per a l'edifici en qüestió.

Sistemes de climatització

Les diferents solucions adoptades, que configuren el sistema de climatització escollit, són les que es descriuen tot seguit.

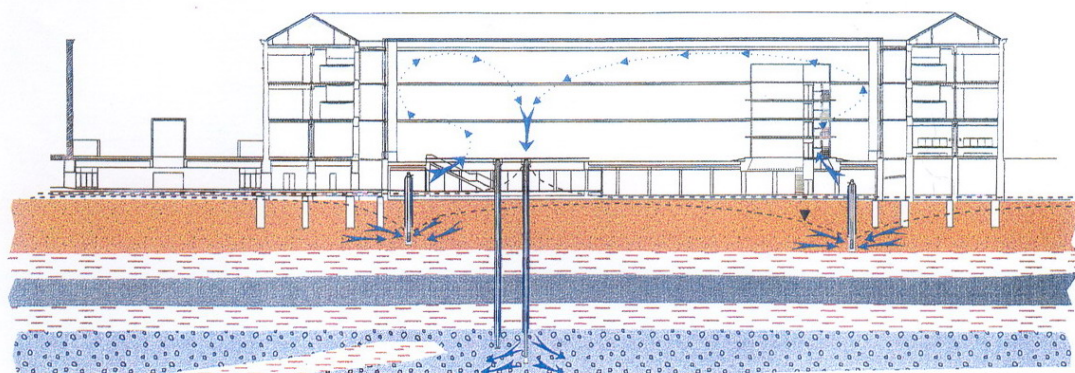
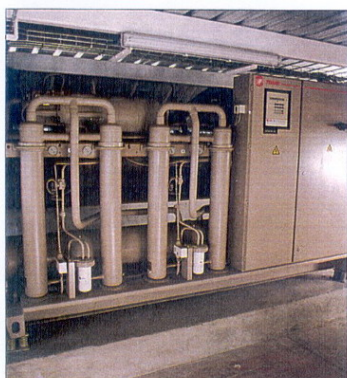


FIGURA 1.
Tall hidrogeològic conceptual, que permet visualitzar
l'extracció i reinjecció d'aigua dels aqüífers del subsòl de
l'edifici Jaume I.

- Condensació per aigua. Aquest sistema permet un estalvi energètic del 30%, en relació a la condensació per aire. D'altra banda, en tractar-se d'aigua de pou que està a uns 18°C de mitjana anual, en comptes dels 30-35°C de temperatura que hi hauria en una torre de recuperació, els rendiments de les màquines són més alts. A més a més, cal tenir en compte que en les condicions de temperatura de la torre caldria una planta frigorífica més potent, amb un consum elèctric més gran. En concret, la instal·lació de climatització està constituïda per quatre plantes aigua-aigua que, en les condicions de treball previstes, aporten 565 kW frigorífics, amb un consum unitari de 133 kW.
- Sistema *free-cooling*. El 90% dels espais de l'edifici disposen de *free-cooling*, fet que significa que la dependència de les plantes frigorífiques es redueix notablement al llarg de l'any.
- Terra radiant fred i calent. És prou conegut que la temperatura que «sent» l'usuari és una mitjana entre la temperatura dels paraments i la de l'aire de la sala. El fet de tenir una gran superfície temperada fa que la temperatura de l'aire pugui ser més baixa, amb la qual cosa s'obté un estalvi addicional d'un 0% pel fet de no haver de tractar tant l'aire ambient. Aquesta solució només s'adopta en la zona de l'Agora.
- Sistema individualitzat. Cada espai, local, despatx o aula disposa del seu propi climatitzador, amb la qual cosa la màquina només funciona quan està ocupat.
- Detectores de presència. Es disposa en cada espai d'un detector de presència per infraroigs i acústics que, en cas d'ocupació, dona un senyal al sistema de control i gestió de les instal·lacions. Això fa que la instal·lació de climatització es posi en marxa automàticament, sense cap mena de manipulació per part de l'usuari. Quan aquest surt, i passat un temps prudencial (segons el tipus de sala), la climatització es col·loca en *stand-by*, alhora que desconnecta els llums en el cas que l'usuari els deixés encesos.



La solució adoptada al
circuit de condensació
proporciona un estalvi
energètic del 30%.

Estudi hidrològic

Un cop comprovada la idoneïtat –des del punt de vista energètic– de la proposta de condensació per aigua, i abans de decidir la seva implantació, calia conèixer l'adequació del sistema de control del nivell freàtic a les necessitats de la instal·lació de climatització. En aquest sentit, calia que el conjunt del dispositiu fos implantat com un exemple d'adequació de l'obra a l'entorn natural del subsòl, tot esdevenint un aprofitament i una contribució a l'equilibri hídric subterrani.

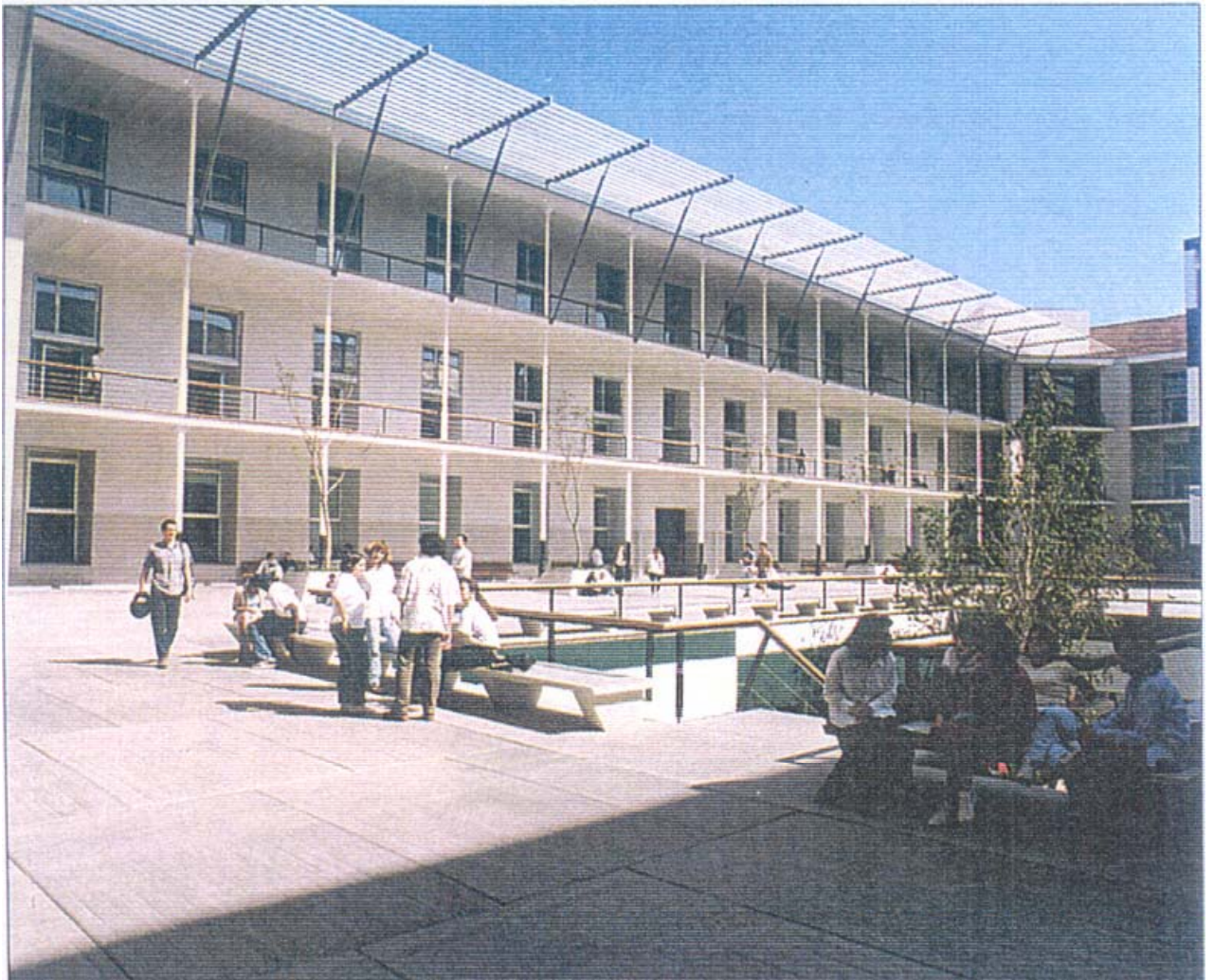
El subsòl on es cimenta l'edifici presenta dues formacions permeables, separades per una capa impermeable. Totes dues es troben saturades i estan situades de la següent manera: entre 6 i 12 m la primera i entre 30 i 35 m la segona, constituint així dos aqüífers localment separats. El superior es troba en rè-

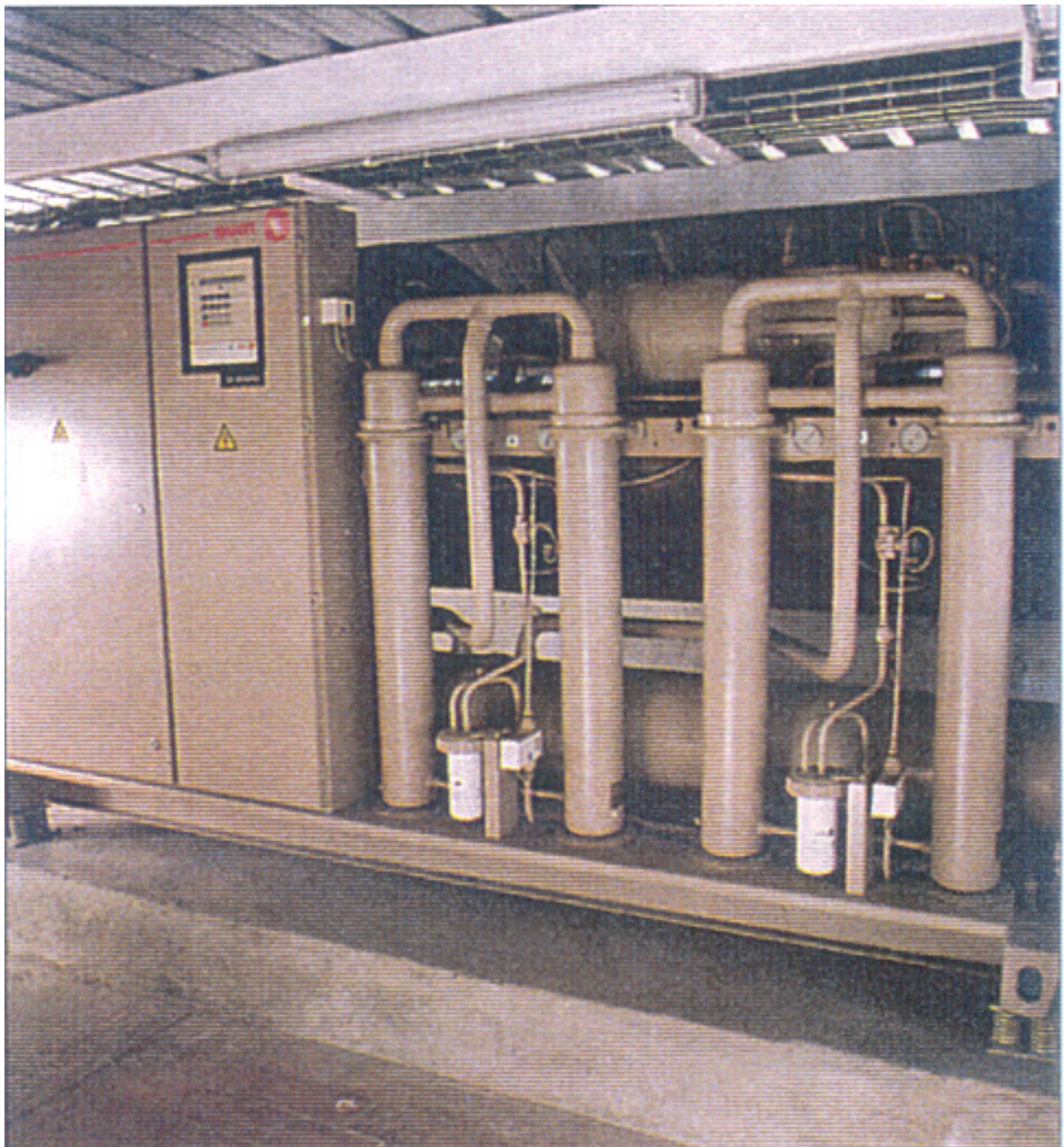
gim lliure, amb una càrrega hidràulica de l'ordre de 0,6 m.

Aquests conjunts aqüífers van ser explotats profusament per la indústria del Poble Nou des dels anys 50 fins a finals dels 70. Aquest fet va provocar una sobreexplotació de l'aqüífer i es va trencar l'equilibri entre les aportacions d'aigua continental i el mar. Com a conseqüència d'aquest fet, es van salinitzar els aqüífers, fet que va contribuir que marxés bona part de la indústria de la zona. Així mateix, les edificacions amb soterranis que es van construir durant els anys 60 i 70 es van dur a terme amb un nivell freàtic situat a uns metres per sota de la cota mitjana de l'aqüífer en condicions hidràuliques naturals. Actualment, com que no hi ha explotacions, els nivells han tornat a pujar, i s'han situat per sobre de les cotes originals.

El projecte d'adequació de les casernes com a centre universitari, contemplava, com s'ha dit més amunt, la realització d'una planta soterrani destinada a diferents funcions docents, com també a ubicar-hi les estacions transformadores i el centre de rebuda a mitjana tensió. El rebaixament necessari per construir aquest soterrani ha estat de 6 m, amb la qual cosa la profunditat de l'excavació situa la base de la solera en la quota actual del nivell freàtic. Aquest fet demana un dispositiu de drenatge i/o bombeig que pugui afrontar els possibles increments del nivell freàtic.

Paral·lelament a aquesta problemàtica constructiva, i amb la finalitat d'aprofitar els cabals estrets, es va plantejar la possibilitat de disposar d'un sistema de climatització per circuit d'aigua. Concretament, es tractaria d'extreure aigua d'un aqüífer i injectar-la en un altre. Després d'analitzar les dues alternatives que es plantejaven, es va optar per extreure l'aigua de l'aqüífer superior i injectar-la en l'inferior (vegeu figura 1). Amb aquesta opció, es pot controlar l'aigua del subsòl de manera que el nivell freàtic se situï per sota de la solera de la biblioteca. Així mateix, aquesta solució injecta l'aigua provinent del circuit de climatització en l'aqüífer situat a 30 m de profunditat i afectat per intrusió marina, amb la qual cosa es contribueix a recuperar-lo.





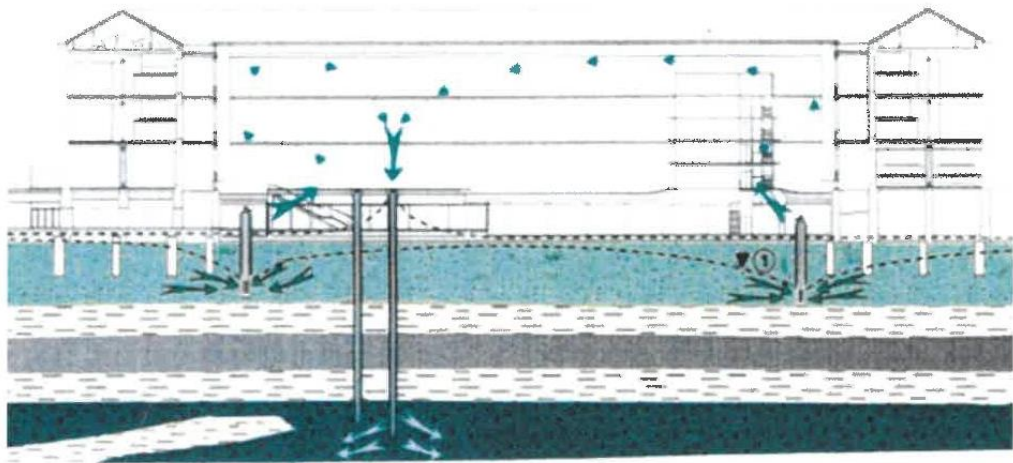










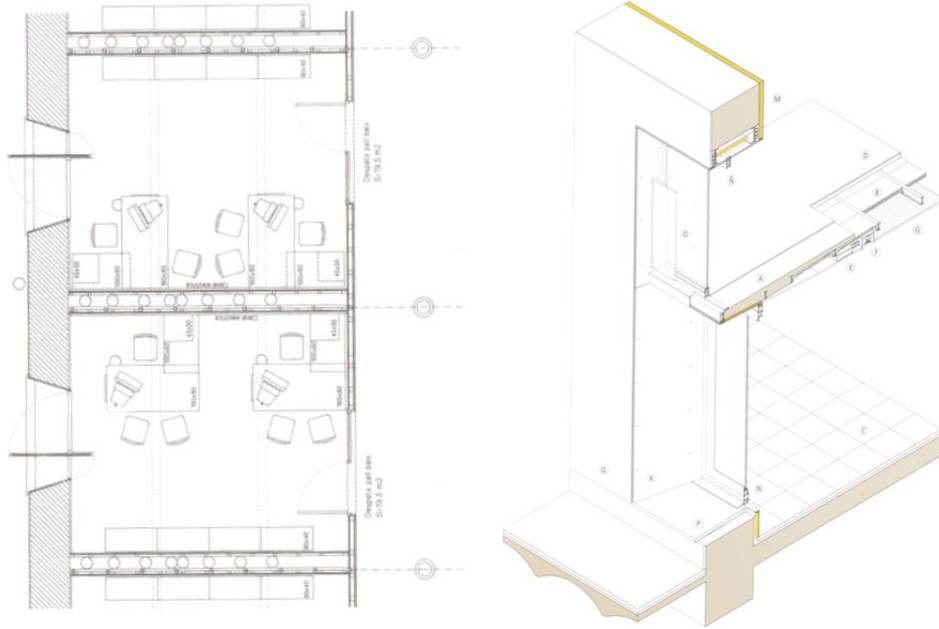


CON ENERGIA RENOVABLE PER EL SISTEMA DE CLIMA Y ACS
 LA HIDROTÈRMIA, INTERCANVIANT ^{energia} AMB L'AIGUA DEL FRÈATIC.
 ES PREEN L'AIGUA DEL AQUÍFER SUPERIOR I E/
 RETORNA E/CALFODA ⁽²⁰⁻⁵⁰⁾ AL FRÈATIC INFERIOR ~~QUE~~
 AFORANT LA SEVA DESALIMITACIÓ.











**1r Premi “ACTECIR” en el VI Concurs
de treballs sobre novetats
d’instal·lacions en la edificació**

Pel “Projecte d’instal·lacions en l’Edifici
JAUME I i ÀGORA de la Universitat
Pompeu Fabra (1997)”