Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Volum I
Índex general – Memòria – Pressupost

PROJECTE FI DE CARRERA

"INSTAL·LACIONS CLIMÀTIQUES D'UN POLIESPORTIU"

PFC presentat per obtenir el títol d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitzat en Mecànica
per **Sergio Moros Sanz**

Barcelona, 12 de gener de 2011

Director: Alfred Fontanals García
Departament de Mecànica de Fluids (DMF)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Índex general

"INSTAL·LACIONS CLIMÀTIQUES D'UN POLIESPORTIU"

PFC presentat per obtenir el títol d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitzat en Mecànica
per **Sergio Moros Sanz**

Barcelona, 12 de gener de 2011

Director: Alfred Fontanals García
Departament de Mecànica de Fluids (DMF)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

VOLUM I

ÍNDEX MEMÒRIA

Índex memòria 1

Resum 5

Resumen 5

Abstract 6

Agraïments 7

Capítol 1: Objectiu del projecte 9

Capítol 2: Condicions de projecte 11

2.1. Ubicació 11

2.2. Superfícies 11

2.3. Temperatures 14

2.3.1. Hivern 14

2.3.2. Estiu 14

2.4. Humitats 15

2.4.1 Hivern 15

2.4.2 Estiu 15

2.5. Velocitat mitjana de l'aire 16

2.6. Ventilació 16

2.6.1. Elecció del IDA 16

2.6.2. Filtració de l'aire exterior mínim de ventilació 16

2.6.3. Aire d'extracció 16

2.7. Higiene 17

2.8. Ambient acústic 17

2.9. Materials de l'obra 17

2.10. Coeficients de transmissió de l'edifici 18

2.10.1. Transmitància tèrmica de murs exteriors i tancaments en contacte amb el terra 18

2.10.2. Transmitància tèrmica del sostre 18

2.10.3. Transmitància tèrmica del terra 18

2.10.4. Transmitància tèrmica dels forats 18

Capítol 3: Càrrega tèrmica 19

3.1. Càrrega tèrmica de calefacció 19

3.2. Càrrega tèrmica de refrigeració 20

Capítol 4: Zonificació del recinte 23

4.1. Pautes per a la zonificació 23

4.2. Zonificació del gimnàs 23
Capítol 5: Sistemes de climatització 27
5.1. Procés de condicionament en règim d'hivern 27
5.2. Procés de condicionament en règim d'estiu 28
5.3. Climatització per sistema aire-aigua 29
5.4. Climatització per sistema tot aire 30
5.5. Selecció dels climatitzadors 32
5.6. Selecció dels ventiladors 33
5.7. Selecció dels fancoils.....34
5.8. Selecció de les bombes de calor 36
5.9. Selecció dels difusors i reixetes 36
Capítol 6: Disseny de la xarxa de conductes d'aire..... 39
6.1. Impulsió 40
6.1.1. Disseny de la xarxa.....40
6.1.2 Dimensionament dels conductes i determinació de la pressió del ventilador 40
6.2. Extracció 43
6.2.1. Disseny de la xarxa.....43
6.2.2 Dimensionament dels conductes i determinació de la pressió del ventilador 44
Capítol 7: Disseny de la xarxa de conductes d'aigua 47
7.1. Càlcul de la xarxa de canonades 48
7.1.1. Dimensionat de les canonades 48
7.1.2. Càlcul de les pèrdues de càrrega 48
7.2. Càlcul de la bomba hidràulica 49
7.3. Càlcul del vas d'expansió 49
Capítol 8: Disseny de la xarxa d'aigua calenta sanitària..... 51
8.1. Instal·lació solar 51
8.2. Col·lectors solars 53
8.3. Circuit primari.....53
8.3.1. Descripció general 53
8.3.2. Interacumulador 53
8.3.3. Bomba hidràulica 53
8.3.4. Vas d'expansió.....54
8.4. Circuit secundari 54
Capítol 9: sistemes de control i seguretat 55

9.1. Control del sistema tot aire 55
9.2. Control del sistema aire-aigua 56
Capítol 10: Conclusions 57
Capítol 11: Bibliografia 59
10.1. Referències bibliogràfiques.....59
10.2. Bibliografia de consulta.....59
10.3. Normativa 59
Capítol 12: Sumari de figures 61
Capítol 13: Sumari de taules 63

ÍNDEX PRESSUPOST

Índex pressupost 1
Capítol 1: Introducció 3
Capítol 2: Instal·lacions d'aire 5
Capítol 3: Instal·lacions d'aigua 7
Capítol 4: Instal·lació ACS 9
Capítol 5: Cost total 11

VOLUM II

ÍNDEX ANNEXOS

Índex annexes 1
Annex 1: Materials de l'obra 5
1.1. Murs exteriors 5
1.2. Murs interiors.....7
1.3. Sostre 8
1.4. Terra.....9
1.5. Portes de fusta 11
1.6. Portes de vidre sense fusteria 11
1.7. Portes dobles de vidre sense fusteria 12
1.8. Porta d'entrada al gimnàs 12
1.9. Portes d'emergència.....13
1.10. Finestres grans.....13
1.11. Finestres petites 14
1.12. Ponts tèrmics 15
Annex 2: Càlcul de les càrregues tèrmiques de calefacció..... 17

2.1 Càrrega sensible 17
2.1.1 Partida de transmissió 17
2.1.2 Partida d'infiltracions i de ventilació 19
2.2 Càrrega total de calefacció 22
Annex 3: Càlcul de les càrregues tèrmiques de refrigeració 25
3.1. Càrrega sensible 25
3.1.1. Partida de radiació per elements transparents 25
3.1.2. Partida de radiació i transmissió a través de les parets i el sostre 27
3.1.3. Partida de transmissió a través de parets i sostres no exteriors .. 28
3.1.4. Partida deguda a l'aire d'infiltracions i al de ventilació 29
3.1.5. Partida per ocupació del local 30
3.1.6. Partida per il·luminació del local 32
3.1.7 Total càrrega sensible de refrigeració 33
3.2. Càrrega latent 34
3.2.1. Partida deguda a l'aire d'infiltracions i de ventilació 34
3.2.2. Partida per ocupació del local 35
3.2.3. Total càrrega latent de refrigeració 37
3.3. Càrrega total 38
Annex 4: Càlcul de les potències al sistema tot aire 39
4.1. Procés de condicionament d'estiu 39
4.2. Procés de condicionament d'hivern 40
4.3. Càlcul de la zona 2 41
4.3.1. Procés de condicionament d'estiu 41
4.3.2. Procés de condicionament d'hivern 42
4.4. Càlcul de la zona 4 43
4.4.1. Procés de condicionament d'estiu 43
4.4.2. Procés de condicionament d'hivern 45
4.5. Càlcul de la zona 5 45
4.5.1. Procés de condicionament d'estiu 45
4.5.2. Procés de condicionament d'hivern 47
4.6. Càlcul de la zona 6 48
4.6.1. Procés de condicionament d'estiu 48
4.6.2. Procés de condicionament d'hivern 49
Annex 5: Càlcul de les potències al sistema aire-aigua 53
5.1. Zona 1 53
5.1.1. Sistema d'aire primari 53

5.1.2. Sistema de fancoils 54
5.2. Zona 3 59
5.2.1. Sistema d'aire primari 60
5.2.2. Sistema de fancoils 61
Annex 6: Càlcul i disseny de la xarxa de conductes d'aire d'impulsió. 65
6.1. Cabal d'aire necessari per estància 65
6.2. Disseny de la xarxa d'impulsió 66
6.3. Dimensionament dels conductes i càlcul de la pressió del ventilador.... 67
6.3.1. Característiques bàsiques de les xarxes. 67
6.3.2. Dimensions del conductes 71
6.3.3. Pèrdues de càrrega 75
6.3.4. Pressió als nusos i a les boques d'impulsió 79
6.3.5. Perfil de pressions i resultats finals..... 81
Annex 7: Càlcul i disseny de la xarxa de conductes d'aire d'extracció 85
7.1. Cabal d'aire d'extracció per estància 85
7.2. Disseny de la xarxa d'extracció 86
7.3. Dimensionament dels conductes i càlcul de la pressió del ventilador.... 87
7.3.1. Característiques bàsiques de les xarxes 87
7.3.2. Dimensions del conductes 89
7.3.3. Pèrdues de càrrega 91
7.3.4. Pressió als nusos i a les boques d'extracció 93
7.3.5. Perfil de pressions i resultats finals..... 95
Annex 8: Distribuidors i col·lectors de la xarxa d'aire 99
8.1. Difusors de la xarxa d'impulsió 99
8.2. Reixetes de la xarxa d'extracció 100
Annex 9: Càlcul i disseny de la xarxa de conductes d'aigua 103
9.1. Obtenció del cabal necessari a cada tram 103
9.2. Càlcul del diàmetre de les canonades 104
9.3. Càlcul de les pèrdues de càrrega 105
Annex 10: Càlcul i disseny de la xarxa d'aigua calenta sanitària..... 115
10.1. Col·lectors solars 115
10.1.1. Dades de la ciutat 115
10.1.2. Dades dels col·lectors 115
10.1.3. Comprovació de pèrdues 117
10.1.4. Càlcul de la superfície de captació 118
10.1.5. Disposició dels captadors 120

10.1.6. Separació entre fileres de captadors 120
10.1.7. Fluid caloportador 120
10.2. Circuit primari 120
10.2.1. Càlcul del cabal 120
10.2.2. Dimensionat de les canonades 121
10.2.3. Pèrdues de càrrega a les canonades 122
10.2.4. Interacumulador 125
10.2.5. Bomba hidràulica 125
10.2.6. Vas d'expansió 125
Annex 11: Catàlegs 127
11.1. Bombes de calor 127
11.2. Unitats climatitzadores 128
11.3. Difusors 130
11.4. Reixetes 133
11.5. Fancoils 134
11.6. Ventiladors 135
11.7. Col·lectors solars 138
11.8. Bombes hidràuliques 139
11.9. Interacumulador 141
11.10. Conductes d'aire 142
11.11. Canonades d'aigua 142
11.12. Vàlvules i vasos d'expansió 144
Annex 12: Sumari de figures 147
Annex 13: Sumari de taules 149

VOLUM III

ÍNDEX PLÀNOLS

Índex plànols 1
Plànol 1: Plànol de cotes i superfícies 2
Plànol 2: Plànol dels conductes d'aire d'impulsió 3
Plànol 3: Plànol dels conductes d'aire d'extracció 4
Plànol 4: Plànol de les canonades d'aigua de climatització 5
Plànol 5: Esquema característic de l'alçat (Hall) 6
Plànol 6: Esquema característic de l'alçat (Sala d'activitats 1) 7
Plànol 7: Plànol del circuit primari d'ACS 8

Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Memòria

"INSTAL·LACIONS CLIMÀTIQUES D'UN POLIESPORTIU"

PFC presentat per obtenir el títol d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitzat en Mecànica
per **Sergio Moros Sanz**

Barcelona, 12 de gener de 2011

Director: Alfred Fontanals García
Departament de Mecànica de Fluids (DMF)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDEX MEMÒRIA

Índex memòria **1**
Resum **5**
Resumen **5**
Abstract **6**
Agraïments **7**
Capítol 1: Objectiu del projecte **9**
Capítol 2: Condicions de projecte **11**
2.1. Ubicació 11
2.2. Superfícies 11
2.3. Temperatures 14
2.3.1. Hivern 14
2.3.2. Estiu 14
2.4. Humitats 15
2.4.1 Hivern 15
2.4.2 Estiu 15
2.5. Velocitat mitjana de l'aire 16
2.6. Ventilació 16
2.6.1. Elecció del IDA 16
2.6.2. Filtració de l'aire exterior mínim de ventilació 16
2.6.3. Aire d'extracció 16
2.7. Higiene 17
2.8. Ambient acústic 17
2.9. Materials de l'obra 17
2.10. Coeficients de transmissió de l'edifici 18
2.10.1. Transmitància tèrmica de murs exteriors i tancaments en contacte amb el terra 18
2.10.2. Transmitància tèrmica del sostre 18
2.10.3. Transmitància tèrmica del terra 18
2.10.4. Transmitància tèrmica dels forats 18
Capítol 3: Càrrega tèrmica **19**
3.1. Càrrega tèrmica de calefacció 19
3.2. Càrrega tèrmica de refrigeració 20
Capítol 4: Zonificació del recinte **23**
4.1. Pautes per a la zonificació 23
4.2. Zonificació del gimnàs 23

Capítol 5: Sistemes de climatització 27
5.1. Procés de condicionament en règim d'hivern 27
5.2. Procés de condicionament en règim d'estiu 28
5.3. Climatització per sistema aire-aigua 29
5.4. Climatització per sistema tot aire 30
5.5. Selecció dels climatitzadors 32
5.6. Selecció dels ventiladors 33
5.7. Selecció dels fancoils.....34
5.8. Selecció de les bombes de calor 36
5.9. Selecció dels difusors i reixetes 36
Capítol 6: Disseny de la xarxa de conductes d'aire..... 39
6.1. Impulsió 40
6.1.1. Disseny de la xarxa.....40
6.1.2 Dimensionament dels conductes i determinació de la pressió del ventilador 40
6.2. Extracció 43
6.2.1. Disseny de la xarxa.....43
6.2.2 Dimensionament dels conductes i determinació de la pressió del ventilador 44
Capítol 7: Disseny de la xarxa de conductes d'aigua 47
7.1. Càlcul de la xarxa de canonades 48
7.1.1. Dimensionat de les canonades 48
7.1.2. Càlcul de les pèrdues de càrrega 48
7.2. Càlcul de la bomba hidràulica 49
7.3. Càlcul del vas d'expansió 49
Capítol 8: Disseny de la xarxa d'aigua calenta sanitària..... 51
8.1. Instal·lació solar 51
8.2. Col·lectors solars 53
8.3. Circuit primari.....53
8.3.1. Descripció general 53
8.3.2. Interacumulador 53
8.3.3. Bomba hidràulica 53
8.3.4. Vas d'expansió.....54
8.4. Circuit secundari 54
Capítol 9: sistemes de control i seguretat 55
9.1. Control del sistema tot aire 55
9.2. Control del sistema aire-aigua 56

Capítol 10: Conclusions 57
Capítol 11: Bibliografia 59
10.1. Referències bibliogràfiques.....59
10.2. Bibliografia de consulta.....59
10.3. Normativa 59
Capítol 12: Sumari de figures 61
Capítol 13: Sumari de taules 63

RESUM

Aquest projecte té com a objectiu la realització de les instal·lacions de climatització (calefacció i refrigeració) i d'aigua calenta sanitària d'un gimnàs situat a la ciutat de Barcelona.

Per realitzar les instal·lacions, el gimnàs es dividirà en sis zones i s'instal·laran sistemes d'aire-aigua i de tot aire per tal de garantir el confort dels clients i empleats.

El sistema tot aire s'instal·larà a les zones esportives i als vestuaris i serà el de volum d'aire variable, també conegut com a VAV. Aquest sistema dosifica la quantitat d'aire a una temperatura fixa que arriba al local segons les necessitats del mateix.

El sistema mixt es disposarà a la resta de zones i constarà de ventilació per aire i climatització per fancoils.

L'aigua calenta sanitària s'escalfarà mitjançant energia solar tèrmica i un sistema de recolzament.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo la realización de las instalaciones de climatización (calefacción y refrigeración) y de agua caliente sanitaria de un gimnasio ubicado en la ciudad de Barcelona.

Para realizar las instalaciones, el gimnasio se dividirá en seis zonas y se instalarán sistemas de aire-agua y de todo aire para garantizar el confort de los clientes y empleados.

El sistema todo aire se instalará en las zonas deportivas y en los vestuarios y será el de volumen de aire variable, también conocido como VAV. Este sistema dosifica la cantidad de aire a una temperatura fija que llega al local según las necesidades del mismo.

El sistema mixto se ubicará en el resto de zonas y constará de ventilación por aire y climatización por fancoils.

El agua caliente sanitaria se calentará mediante energía solar térmica y un sistema de apoyo.

ABSTRACT

This project aims at conducting facilities (heating, ventilating and air conditioning) and the sanitary hot water of a gym located in the city of Barcelona.

In order to do this, the gym will be divided into six zones and installed air-water systems and all air to ensure comfort of customers and employees.

The all air system will be installed in the sport areas and in the locker-rooms. It will be the variable air volume system, also known as VAV. This system controls the amount of air at a fixed temperature that arrives at the local as it needs.

The mixed system will be located in the other areas and will have ventilation by air exchange and air conditioning by fancoils.

The sanitary hot water will be heated by solar energy and a support system.

AGRAÏMENTS

Especials agraïments al Club Natació Barcelona, i a la cadena de gimnasos DIR, en especial a Xavi Martín, responsable de la secció de manteniment de DIR Campus per la facilitació de diversos plànols de gimnasos i l'explicació d'alguns dels sistemes que existeixen actualment per a climatitzar poliesportius.

També agraïments pel tutor del projecte, Alfred Fontanals, per la seva ajuda durant la realització del mateix.

CAPÍTOL 1: OBJECTIU DEL PROJECTE

El projecte explicat a continuació té com a propòsit elaborar les instal·lacions climàtiques d'un poliesportiu, en concret, d'un gimnàs ubicat a la ciutat de Barcelona al recinte del Club Natació Barcelona.

La distribució del gimnàs ha estat creada totalment, prenent com a base els plànols antics del mateix. L'objectiu és aconseguir que tots els habitacles del recinte estiguin a una temperatura i humitats de confort en totes les èpoques del any, així com realitzar les instal·lacions d'aigua calenta sanitària del mateix aconseguint que una part de la potència utilitzada provingui de l'energia solar mitjançant la instal·lació de col·lectors solars.

A l'hora de realitzar el projecte, es tindrà en compte tota la normativa vigent, especialment, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) i les seves Instrucciones Técnicas (IT), el Código Técnico de la Edificación (CTE) i les diverses normatives municipals de la ciutat de Barcelona.

Per tal d'assolir aquests objectius, s'hauran de definir les condicions del projecte, realitzar el càlcul de les demandes tèrmiques d'estiu i d'hivern, trobar el sistema o els sistemes més adients per a la climatització del recinte i realitzar el càlcul dels mateixos així com de la xarxa d'aigua calenta sanitària.

CAPÍTOL 2: CONDICIONS DE PROJECTE

2.1. Ubicació

El gimnàs està ubicat a les instal·lacions del Club Natació Barcelona amb direcció: Passeig Joan de Borbó, 95, codi postal 08030 pertanyent al municipi de Barcelona.

La ciutat de Barcelona està situada a altitud 95 i latitud 41º24, estant al nivell del mar. Segons l'apèndix D del Documento Básico de Ahorro de energia (DB HE) d'abril del 2009, es troba situada a la zona climàtica C2.

A més, la seva zona climàtica segons la radiació global solar mitjana diària anual que rep, és la II.

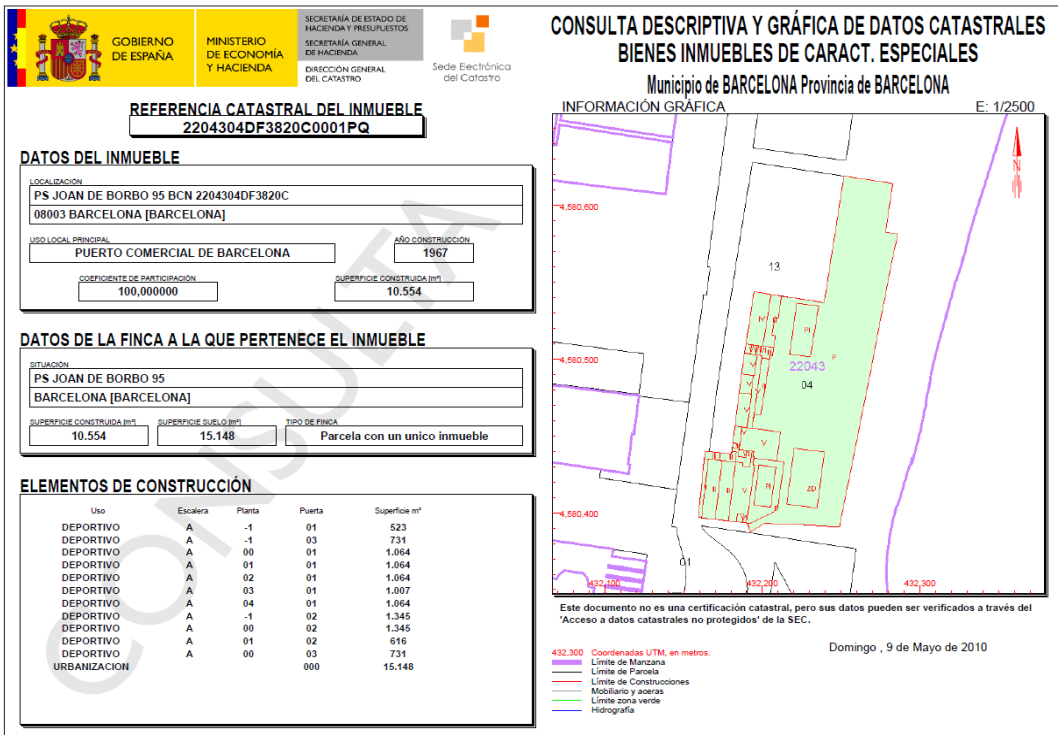
S'adjunta, també, la referència cadastral del Club Natació Barcelona (Figura 1) a on es pot veure la seva localització en coordenades U.T.M. i el seu plànol de situació.

L'edifici no té cap orientació concreta, ja que té una paret enfocada a cada punt cardinal (nord, sud, est i oest) i no rep ombres d'altres construccions.

El gimnàs consta d'una planta construïda sobre el terra i, per tant, no hi ha altres habitacles ni per sota ni per sobre.

2.2. Superfícies

La distribució del gimnàs es pot observar a la Figura 2.



GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE ECONOMÍA Y HACIENDA — SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA Y PRESUPUESTOS — SECRETARÍA GENERAL DE HACIENDA — DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO — Sede Electrónica del Catastro

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES
BIENES INMUEBLES DE CARACT. ESPECIALES
Municipio de BARCELONA Provincia de BARCELONA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
2204304DF3820C0001PQ

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN
PS JOAN DE BORBO 95 BCN 2204304DF3820C
08003 BARCELONA [BARCELONA]

USO LOCAL PRINCIPAL: PUERTO COMERCIAL DE BARCELONA
AÑO CONSTRUCCIÓN: 1967
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: 100,000000
SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): 10.554

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN
PS JOAN DE BORBO 95
BARCELONA [BARCELONA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): 10.554
SUPERFICIE SUELO (m²): 15.148
TIPO DE FINCA: Parcela con un unico inmueble

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Uso	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m²
DEPORTIVO	A	-1	01	523
DEPORTIVO	A	-1	03	731
DEPORTIVO	A	00	01	1.064
DEPORTIVO	A	01	01	1.064
DEPORTIVO	A	02	01	1.064
DEPORTIVO	A	03	01	1.007
DEPORTIVO	A	04	01	1.064
DEPORTIVO	A	-1	02	1.345
DEPORTIVO	A	00	02	1.345
DEPORTIVO	A	01	02	616
DEPORTIVO	A	00	03	731
URBANIZACION			000	15.148

CONSULTA

INFORMACIÓN GRÁFICA — E: 1/2500

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Domingo , 9 de Mayo de 2010

432,300 Coordenadas UTM, en metros.
Límite de Manzana
Límite de Parcela
Límite de Construcciones
Mobiliario y aceras
Límite zona verde
Hidrografía

Figura 1. *Dades cadastrals del Club Natació Barcelona segons l'Oficina Virtual del Cadastre.*

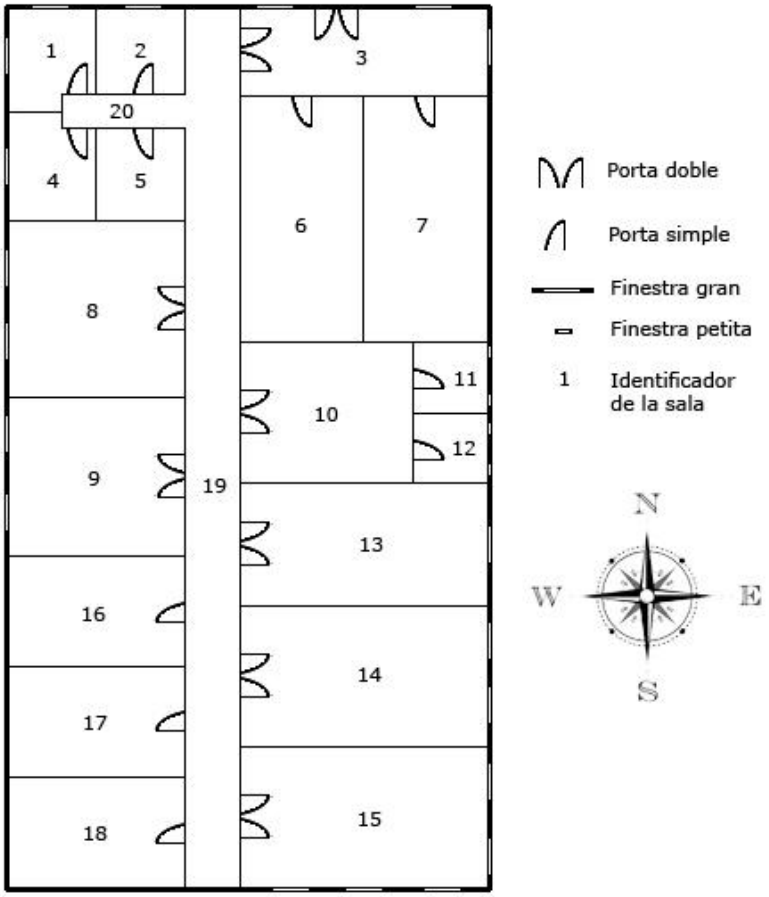


Figura 2. *Esquema del plànol del gimnàs.*

Les àrees i volums de cada habitacle són les indicades a la Taula 1.

Taula 1. *Àrees i volums dels habitacles.*

Identificador	Habitacle	Àrea [m^2]	Volum [m^3]
11	Banys femenins	16	80
12	Banys masculins	16	80
3	Hall	70	350
4	Oficina 1	23	115
1	Oficina 2	23	115
5	Oficina 3	20	100
2	Oficina 4	20	100
19	Passadís 1	150	750
20	Passadís 2	14	70
18	Pista d'esquaix 1	70	350
17	Pista d'esquaix 2	70	350
16	Pista d'esquaix 3	70	350
9	Sala d'activitats 1	90	450
8	Sala d'activitats 2	100	500
13	Sala d'activitats 3	98	490
10	Sala de descans	80	400
14	Sala de màquines fitness	112	560
15	Sala de pes lliure	112	560
6	Vestuaris femenins	98	490
7	Vestuaris masculins	98	490
Total		1350	6750

2.3. Temperatures

2.3.1. Hivern

Segons la norma UNE 100-001-85 la temperatura seca exterior de projecte a l'hivern a la ciutat de Barcelona és de 2 ºC amb percentil 97,5 %. Això vol dir que el 97,5 % dels dies la temperatura serà superior a aquesta. A més, s'acumulen 977 graus/dia amb base 15 anuals.

La temperatura del terra a l'hivern es considera de 7 ºC.

La IT 1.1.4.1.2 recomana que la temperatura interior estigui entre els 21 i 23 ºC en cas que el nivell d'activitat sigui de 1,2 met (1 met equival a 58 W/m^2).

En aquesta instal·lació, però, l'activitat és major i s'ha de calcular la temperatura operativa mitjançant el procediment indicat en la norma UNE-EN ISO 7730.

Consultant les taules pertinents al llibre Cálculo de Instalaciones de Calefacción y de A.C.S., es pot comprovar que la temperatura interior de projecte serà diferent a cada habitacle del gimnàs. Les temperatures interiors recomanades es poden veure a la Taula 2.

Taula 2. *Temperatures interiors d'hivern de projecte.*

Habitacle	Tª interior (ºC)
Banys (masculins i femenins)	21
Hall	21
Oficines	21
Sales d'activitats físiques	17
Sala de descans i esbarjo	21
Vestuaris (masculins i femenins)	21
Zones de pas (passadissos)	No es climatitzen

2.3.2. Estiu

Segons la norma UNE 100-001-85 la temperatura seca exterior d'estiu a la ciutat de Barcelona és de 27,8 ºC amb un percentil del 2,5 %, l'adequat per a aquest tipus d'instal·lacions (gimnàs). Per altra banda, la temperatura humida és de 23,7 ºC i l'excursió tèrmica diària de 8,4 ºC.

L'hora solar del projecte escollida serà les 15 hores i el dia el 23 de juliol.

La IT 1.1.4.1.2 recomana que la temperatura interior estigui entre els 23 i 25 ºC en cas que el nivell d'activitat sigui de 1,2 met (1 met equival a 58 W/m^2).

En aquesta instal·lació, però, l'activitat és major i s'ha de calcular la temperatura operativa mitjançant el procediment indicat en la norma UNE-EN ISO 7730.

Consultant les taules pertinents al Manual de aire acondicionado Carrier, es pot comprovar que la temperatura interior de projecte serà diferent a cada habitacle del gimnàs. Les temperatures interiors recomanades es troben a la Taula 3.

Taula 3. *Temperatures interiors d'estiu de projecte.*

Habitacle	Tª interior (ºC)
Banys (masculins i femenins)	25
Hall	25
Oficines	25
Sales d'activitats físiques	23
Sala de descans i esbarjo	25
Vestuaris (masculins i femenins)	25
Zones de pas (passadissos)	No es climatitzen

2.4. Humitats

2.4.1 Hivern

La humitat a l'hora de calefactar un local no és cap problema, ja que aquesta és manté en valors baixos i no augmenta encara que la temperatura ho faci. De fet, la humitat relativa disminueix a l'interior del local (encara que la humitat absoluta es mantingui constant).

S'ha considerat una humitat exterior de projecte del 50 %, el que suposa una humitat absoluta de 2,2 g d'aigua/kg d'aire sec. La IT 1.1.4.1.2 recomana que la humitat interior estigui entre el 40 i el 50 % en cas que el nivell d'activitat sigui de 1,2 met (1 met equival a 58 W/m^2). Per a aquest projecte, s'ha escollit una humitat relativa interior d'hivern del 40 % en tots els habitacles per motius d'estalvi.

2.4.2 Estiu

Coneixent la temperatura exterior de projecte seca i la humida es pot calcular la humitat relativa exterior de projecte, que en aquest cas és del 71,3 %, equivalent a 16,9 g d'aigua/kg d'aire sec.

La humitat relativa interior de projecte ha d'estar entre el 45 i el 60 % segons la IT 1.1.4.1.2. En aquest cas, s'optarà per una humitat relativa interior d'un 60 % en tots els habitacles climatitzats per motius d'estalvi.

2.5. Velocitat mitjana de l'aire

La velocitat mitjana de l'aire s'ha de mantenir dins els límits de benestar en les zones ocupades per persones. Aquesta, no ha de superar els 0,25 m/s a una alçada inferior de 2 metres respecte del terra.

2.6. Ventilació

2.6.1. Elecció del IDA

Per tal que l'aire no quedi viciat, s'ha de renovar periòdicament afegint un cabal d'aire exterior. Aquest cabal està regit pel RITE per la IT 1.1.4.2.3, i està donat en funció del IDA.

En aquest projecte, s'escull IDA 3 (aire de mitjana qualitat) per a totes les sales excepte per a les oficines i el hall. Aquest IDA és l'adequat per edificis comercials, cinemes, teatres, sales d'actes, habitacions d'hotels, restaurants, cafeteries, bars, locals de festa, sales d'ordinadors i gimnasos i locals per l'esport. Per altra banda, s'escull IDA 2 (aire de bona qualitat, adequat per a oficines) per a les oficines i el hall.

En les sales amb activitats sedentàries s'escollirà el mètode de càlcul de cabal d'aire exterior per persona i en les sales a on es duguin a terme activitats esportives el mètode de càlcul de cabal directe per concentració de CO_2.

2.6.2. Filtració de l'aire exterior mínim de ventilació

L'aire exterior s'haurà d'introduir filtrat a l'edifici.

La qualitat de l'aire exterior és considera ODA 2 (aire amb altes concentracions de partícules). Amb aquesta dada i tenint en compte que l'IDE era 2 i 3, s'instal·laran filtres del tipus F7. Es posaran després de la secció de tractament.

A més, s'hauran d'instal·lar pre-filtres per tal de mantenir nets els components de les unitats de ventilació i tractament d'aire i allargar la seva vida útil. Aquests es situaran a l'entrada d'aire exterior a la unitat de tractament.

A les seccions de filtració, excepte a les exteriors, s'haurà de garantir les condicions de funcionament en sec: la humitat relativa de l'aire serà sempre menor que el 90 %.

2.6.3. Aire d'extracció

S'haurà d'escollir una categoria d'aire d'extracció per a cada habitacle del recinte. Segons la IT 1.1.4.2.5, serà la disponible a la Taula 4.

Només l'aire de les sales catalogades com AE 1 podrà ser retornat al recinte. L'aire catalogat com AE 3 tampoc podrà ser utilitzat per a realitzar transferències de calor.

Taula 4. *Categoria de l'aire exterior a cada habitacle.*

Habitacle	AE
Banys (masculins i femenins)	3
Hall	1
Oficines	1
Sales d'activitats físiques	3
Sala de descans i esbarjo	1
Vestuaris (masculins i femenins)	2
Zones de pas (passadissos)	1

2.7. Higiene

En les instal·lacions d'aigua calenta sanitària s'ha d'acomplir amb la legislació higiènic-sanitària per la prevenció de la legionel·losis.

Els equips i components de la instal·lació tèrmica que segons la legislació higiènic-sanitària per la prevenció de la legionel·losis vigent hagin d'ésser sotmesos a tractaments de xoc tèrmic es dissenyaran aptes per a efectuar-los i aguantar-los.

Els materials empleats al circuit resistiran l'acció agressiva de l'aigua sotmesa al tractament per xoc tèrmic.

Per últim, no es podrà obtenir l'aigua calenta sanitària mitjançant la mescla directa d'aigua freda amb vapors procedents de les calderes.

2.8. Ambient acústic

Les instal·lacions climàtiques de l'edifici hauran de complir amb el CTE. En concret amb el document DB- HR Protección frente al ruido.

2.9. Materials de l'obra

Els materials de l'obra es poden consultar a l'annex 1. Tots compleixen la normativa pertinent (CTE) en relació a la seva transmitància tèrmica.

2.10. Coeficients de transmissió de l'edifici

2.10.1. Transmitància tèrmica de murs exteriors i tancaments en contacte amb el terra

La transmitància límit permesa dels murs exteriors per a un local situat a la zona climàtica C2 segones el DB HE d'abril del 2009 és de 0,73 W/m^{2}K.

En aquest cas, els tancaments compleixen la normativa perquè la seva transmitància tèrmica U_M és de 0,29 W/m^{2}K.

2.10.2. Transmitància tèrmica del sostre

La transmitància límit del sostre permesa per a un local situat a la zona climàtica C2 segones el DB HE d'abril del 2009 és de 0,41 W/m^{2}K.

El sostre compleix la normativa perquè la seva transmitància tèrmica U_C és de 0,33 W/m^{2}K.

2.10.3. Transmitància tèrmica del terra

La transmitància límit del terra permesa per a un local situat a la zona climàtica C2 segones el DB HE d'abril del 2009 és de 0,50 W/m^{2}K.

El terra compleix la normativa perquè la seva transmitància tèrmica U_S és de 0,37 W/m^{2}K.

2.10.4. Transmitància tèrmica dels forats

La transmitància límit dels forats permesa per a un local situat a la zona climàtica C2 segones el DB HE d'abril del 2009 varia segons l'orientació i el percentatge que aquests ocupen. Es pot consultar a la Taula 5.

Taula 5. *Transmitància límit dels forats.*

% Superfície de forats	Transmitància límit de forats U_{HLIM} [W/m^{2}K]				Factor solar modificat límit de forats F_{HLIM}					
					Càrrega interna baixa			Càrrega interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
De 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
De 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-

Cap habitacle té més del 20% de forats ni hi ha claraboies en tot el recinte. Les finestres i portes, per tant, acompleixen la normativa perquè les seves transmitàncies son inferiors a les límit.

CAPÍTOL 3: CÀRREGA TÈRMICA

El càlcul de la càrrega tèrmica de calefacció i refrigeració és el primer pas a l'hora de començar a calcular la instal·lació. En aquest capítol es fa un breu resum de tots els càlculs realitzats, àmpliament detallats als annexos 2 i 3.

3.1. Càrrega tèrmica de calefacció

La càrrega tèrmica de calefacció s'obté mitjançant el sumatori de les dues partides sensibles:

- Partida de transmissió: deguda a la quantitat de calor que travessa els tancaments exteriors del local.
- Partida d'infiltracions: provocada per l'aire que entra al recinte mitjançant la fusteria dels forats dels tancaments exteriors.
- Partida de ventilació: causada per l'aire exterior introduït voluntàriament al local per tal de renovar-lo.

Les diferents càrregues detallades per habitacle es troben a la Taula 6:

Taula 6. *Càrrega tèrmica de calefacció.*

Id.	Habitacle	Q_C (W)	Q_C (kW)
11	Banys femenins	602	0,60
12	Banys masculins	602	0,60
3	Hall	4193	4,19
4	Oficina 1	1088	1,09
1	Oficina 2	1544	1,54

Id.	Habitacle	Q_C (W)	Q_C (kW)
5	Oficina 3	634	0,63
2	Oficina 4	1104	1,10
19	Passadís 1	Les zones de pas no es calefacten.	
20	Passadís 2		
18	Pista d'esquaix 1	1954	1,95
17	Pista d'esquaix 2	1741	1,74
16	Pista d'esquaix 3	1741	1,74
9	Sala d'activitats 1	5652	5,65
8	Sala d'activitats 2	5792	5,79
13	Sala d'activitats 3	5575	5,58
10	Sala de descans	1975	1,98
14	Sala de màquines fitness	5951	5,95
15	Sala de pes lliure	6772	6,77
6	Vestuaris femenins	3144	3,14
7	Vestuaris masculins	3790	3,79
Total		53854	53,83

3.2. Càrrega tèrmica de refrigeració

La càrrega tèrmica de refrigeració s'obté mitjançant el sumatori de diferents partides sensibles i latents, resumides en els següents punts:

- Partida de radiació per elements transparents: té en compte l'energia que arriba al local procedent de la radiació solar travessant els elements transparents de l'edifici.
- Partida de radiació i transmissió a través de les parets i el sostre: aquesta partida calcula l'energia que entra al local per radiació a través dels tancaments opacs (parets exteriors i sostre).
- Partida de transmissió a través de les parets i sostres no exteriors: en aquesta partida s'inclouen les parets interiors, el terra, els sostres interiors i les superfícies de vidre.

- Partida deguda a l'aire d'infiltracions i de ventilació: aquesta es deu a l'aire que s'introdueix al recinte per les escletxes dels tancaments dels forats exteriors i a l'aire que s'introdueix voluntàriament per tal de renovar-lo. Té una part sensible i una altra latent.
- Partida per ocupació del local: depèn de la quantitat de persones que hi hagi en un habitacle i de l'activitat que estiguin realitzant. Té una vessant sensible i una altra latent.
- Partida per il·luminació: és deguda a al calor produït per la llum artificial dins el gimnàs.

Les diferents càrregues detallades per habitacle es troben a la Taula 7:

Taula 7. *Càrrega tèrmica de refrigeració.*

Id.	Habitacle	Q_{SE} (W)	Q_{LE} (W)	Q_R (W)	Q_R (kW)
11	Banys femenins	457	59	516	0,52
12	Banys masculins	457	59	516	0,52
3	Hall	2148	462	2610	2,61
4	Oficina 1	1875	179	2054	2,05
1	Oficina 2	1972	179	2151	2,15
5	Oficina 3	560	179	739	0,74
2	Oficina 4	657	179	836	0,84
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.			
20	Passadís 2				
18	Pista d'esquaix 1	1878	579	2457	2,46
17	Pista d'esquaix 2	1804	579	2383	2,38
16	Pista d'esquaix 3	1804	579	2383	2,38
9	Sala d'activitats 1	5772	2437	8209	8,21
8	Sala d'activitats 2	5987	2437	8424	8,42
13	Sala d'activitats 3	3619	2437	6056	6,06
10	Sala de descans	1990	417	2407	2,41
14	Sala de màquines fitness	4033	2437	6470	6,47
15	Sala de pes lliure	4788	2437	7225	7,23

Id.	Habitacle	Q_{SE} (W)	Q_{LE} (W)	Q_R (W)	Q_R (kW)
6	Vestuaris femenins	2795	899	3694	3,69
7	Vestuaris masculins	2959	899	3858	3,86
Total		45555	17433	62988	62,99

CAPÍTOL 4: ZONIFICACIÓ DEL RECINTE

Per tal de simplificar la instal·lació i abaratir els costos es divideix el gimnàs en diferents zones seguint els següents criteris.

4.1. Pautes per a la zonificació

Les diferents sales s'agrupen en zones segons aquests principis:

- Proximitat dels habitacles: s'intenta agrupar els recintes que són confrontants entre ells per tal d'abaratir la instal·lació.
- Agrupament dels recintes amb activitats semblants: les sales agrupades en una mateixa zona es fan servir per a activitats semblants (exercici físic, treball d'oficina, etcètera).
- Orientació de les sales: cada façana de l'edifici rep el seu moment de radiació solar màxima en diferents instants del dia, per això s'intenta agrupar els habitacles orientats de la mateixa forma.
- Simultaneïtat d'ús: s'ajunten els espais que es preveu que funcionin a una mateixa franja horària per disminuir el consum energètic.

4.2. Zonificació del gimnàs

Es preveu que tots els habitacles del gimnàs estaran ocupats regularment durant el dia, degut a les diferents activitats que es podran realitzar en totes les sales.

Es procedirà a realitzar una separació en diverses zones del gimnàs de la següent manera:

- Zona 1: comprèn les quatre oficines i el hall.
- Zona 2: inclou els vestuaris masculins i femenins.
- Zona 3: comprèn la sala de descans i els dos banys.
- Zona 4: hi són incloses les sales de pes lliure i de màquines de fitness i la sala d'activitats 3.
- Zona 5: comprèn la sala d'activitats 1 i la 2.
- Zona 6: inclou les tres pistes d'esquaix.

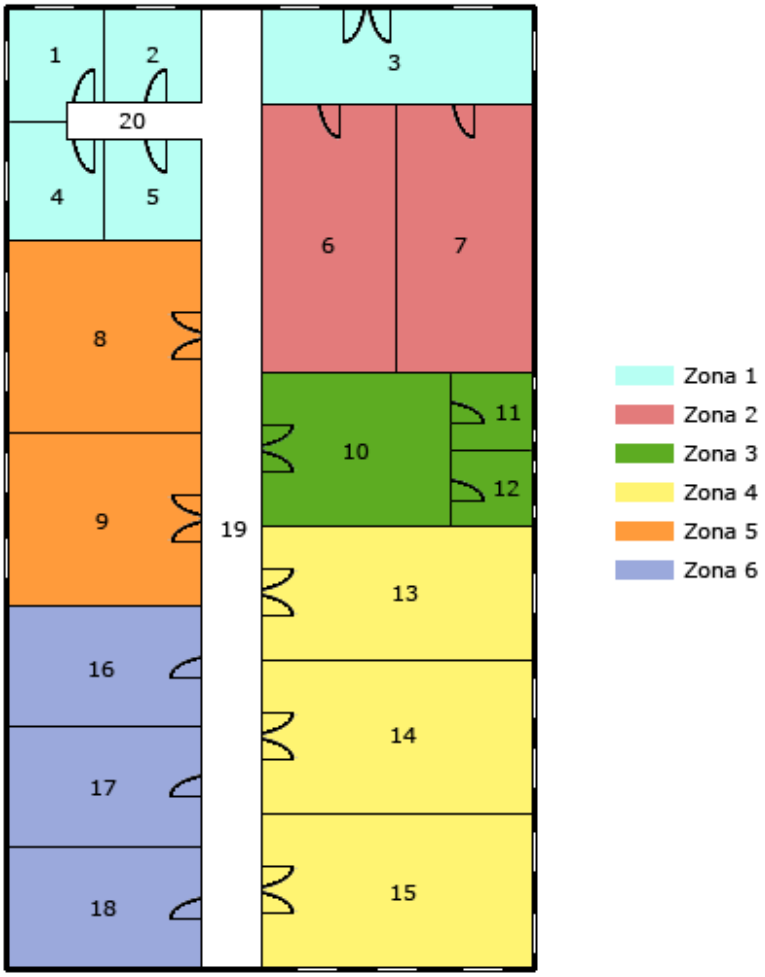


Figura 3. *Esquema del plànol de zonificació.*

Taula 8. *Càrrega tèrmica de calefacció i refrigeració per zona.*

Zona	Q_C [KW]	Q_R [KW]
Zona 1	8,56	8,39
Zona 2	6,93	7,55
Zona 3	3,18	3,32

Zona	Q_C [KW]	Q_R [KW]
Zona 4	18,30	19,75
Zona 5	11,44	16,63
Zona 6	5,44	7,22

CAPÍTOL 5: SISTEMES DE CLIMATITZACIÓ

S'utilitzaran diferents sistemes que canviaran d'una zona a una altra, en funció de les necessitats de cada habitacle.

5.1. Procés de condicionament en règim d'hivern

El procés de condicionament implica la mescla d'aire exterior de ventilació amb l'aire de recirculació (si n'hi ha), una humidificació fins a arribar a la humitat del local i un escalfament sensible fins a les condicions de l'aire de subministrament. La humidificació i l'escalfament es poden dur a terme en l'ordre desitjat.

A continuació es pot veure un esquema del procés de condicionament d'hivern a la Figura 4.

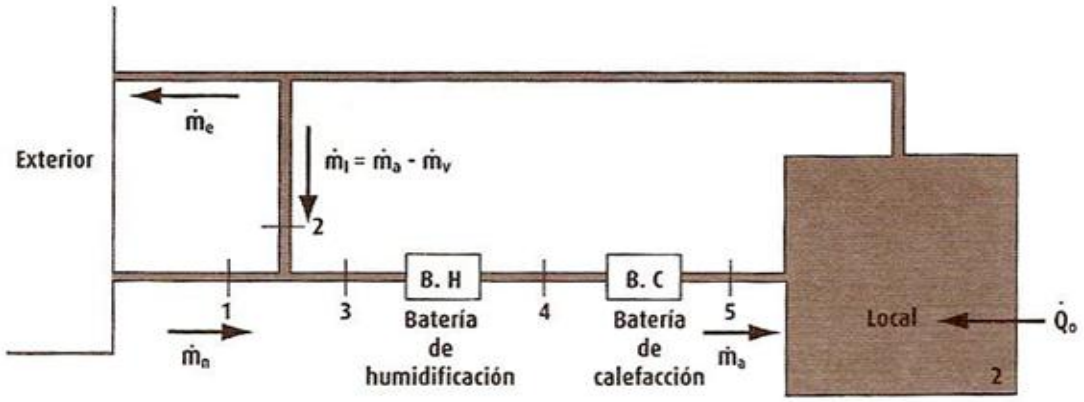


Figura 4. *Esquema del procés de condicionament típic d'hivern.*

La Figura 5 mostra a l'esquerra un procés amb humidificació i escalfament i a la dreta amb escalfament i humidificació.

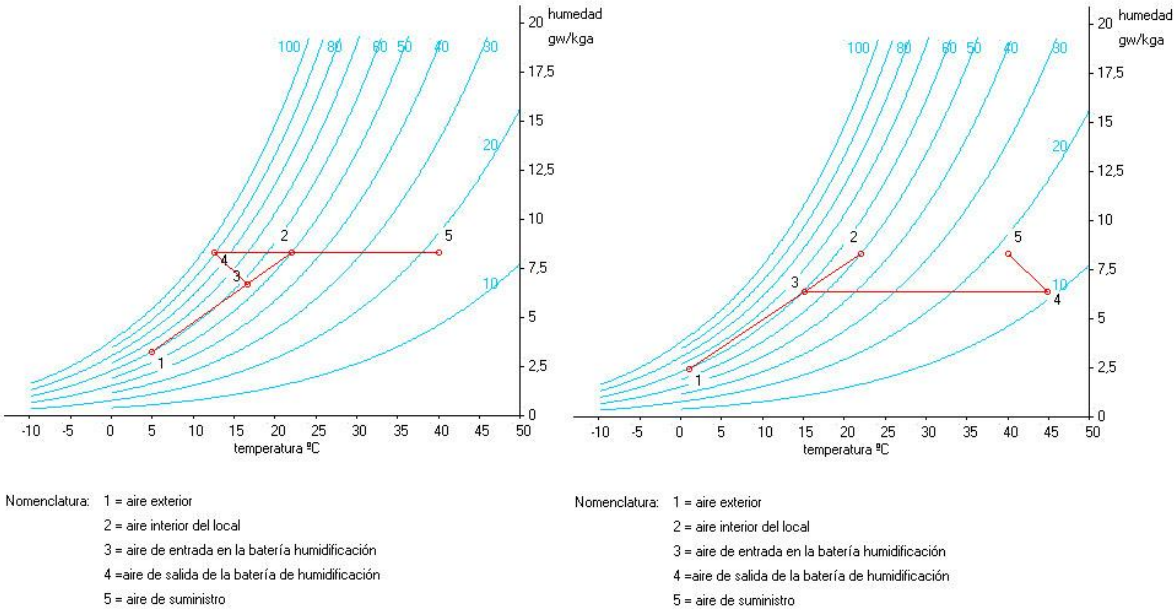


Figura 5. *Diagrames de les variants del procés de condicionament d'hivern.*

5.2. Procés de condicionament en règim d'estiu

El mètode més comú consisteix en mesclar aire exterior amb aire del local (si és possible) i refredar-lo a la UTA per tal de retornar-lo al local.

A la Figura 6 es pot veure un esquema del procés.

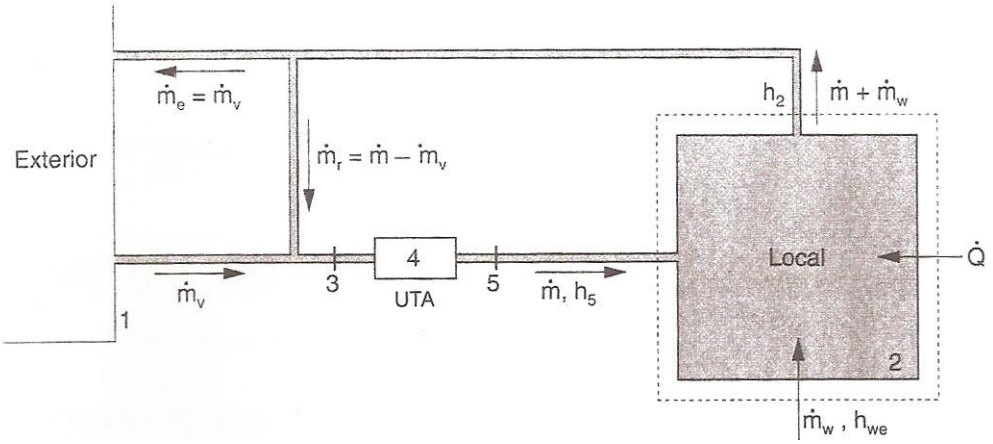


Figura 6. *Esquema del procés de condicionament típic d'estiu.*

A l'esquema anterior podem trobar diversos punts. L'estat de l'aire 3 és la mescla de l'estat 1 i el 2. El 4 és l'estat al que sortiria de la màquina en condicions ideals i el 5, l'estat en el que realment surt.

L'estat 4 s'anomena punt de rosada de la bateria, que representa un estat de l'aire saturat a la temperatura que té la superfície de la bateria de fred. L'aire surt de la UTA en l'estat 5, que es troba en la recta entre 3 i 4, a prop d'aquest últim.

L'aire entra al local en l'estat 2.

La recta 3-4 s'anomena recta de maniobra de la UTA i la recta 5-2 recta tèrmica del local.

En alguns casos, degut la recta 3-4 no talla amb la corva de saturació i en d'altres la temperatura de l'estat 5 (l'aire de subministrament) no és adequada en termes de comfort. Si això succeeix, s'ha de realitzar un procés amb reescalfament. A la pràctica, aquest procés està prohibit excepte contades excepcions degut al malbaratament d'energia que es produeix i s'acostuma a optar per variar les condicions de disseny lleugerament.

A la, a l'esquerra es pot observar un procés normal i a la dreta amb reescalfament.

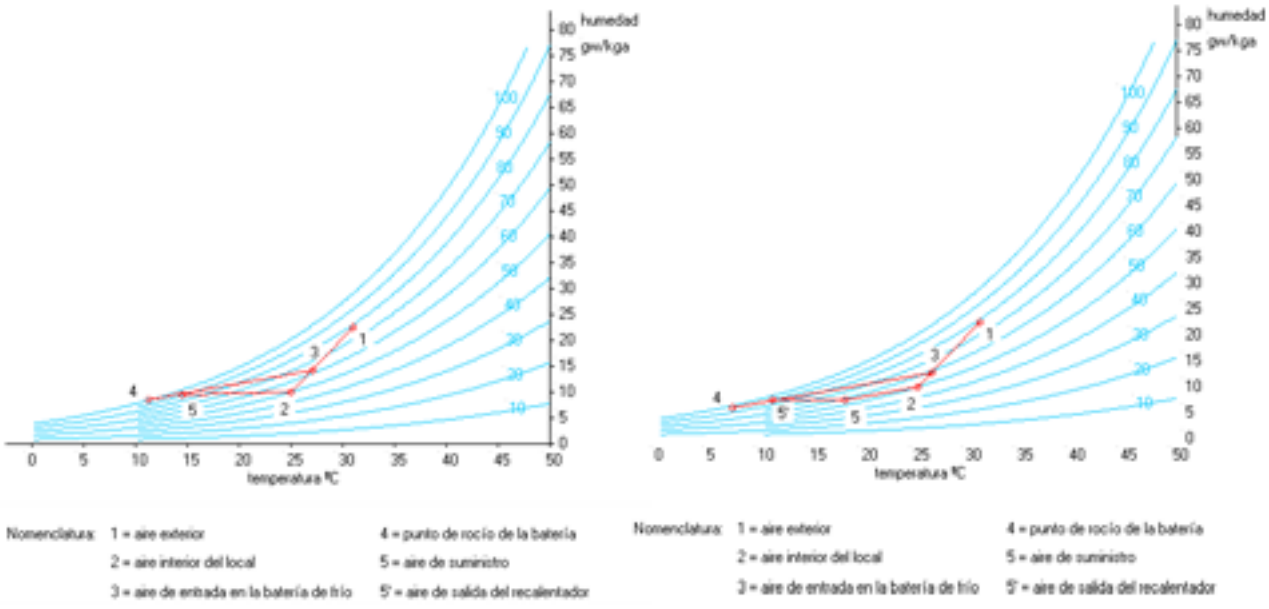


Figura 7. *Diagrames de les variants del procés de condicionament d'estiu.*

5.3. Climatització per sistema aire-aigua

Aquest sistema empra els dos fluids (l'aire i l'aigua) com a elements de calefacció en hivern i de refrigeració a l'estiu.

L'aire és tractat a una unitat central i es distribueix a les sales com si fos un sistema tot aire de conducte únic.

L'aigua s'escalfa o refreda en una altra unitat central i es fa arribar a les sales mitjançant una xarxa de canonades. Aquestes, desemboquen a unes unitats terminals anomenades fancoils.

Una bomba de calor aportarà la potència necessària als fancoils. El conjunt dels fancoils s'ha de dimensionar en base a la càrrega tèrmica deguda a la il·luminació, l'ocupació i la radiació i la xarxa d'aire a partir de la càrrega de ventilació. A més, l'aire primari ventilarà el local i proporcionarà la humitat relativa adequada.

Els terminals que s'empraran (fancoils) disposaran de:

- Tub d'entrada que portarà aigua calenta o freda segons el cicle.
- Tub de sortida que portarà aigua calenta o freda segons el cicle.

També disposaran d'una bateria per a l'aigua calenta i d'una altra per a l'aigua freda.

Un fancoil conté els següents elements:

- Ventilador centrífug accionat per un motor amb diferents velocitats.
- Bateria de tubs de coure expandits mecànicament en aletes corrugades de coure o alumini. Conté purgadors i taps.
- Safata de condensats.

Aquest tipus de climatització es realitzarà a la zona u i a la zona tres, ja que són les zones a on no es realitzaran activitats físiques.

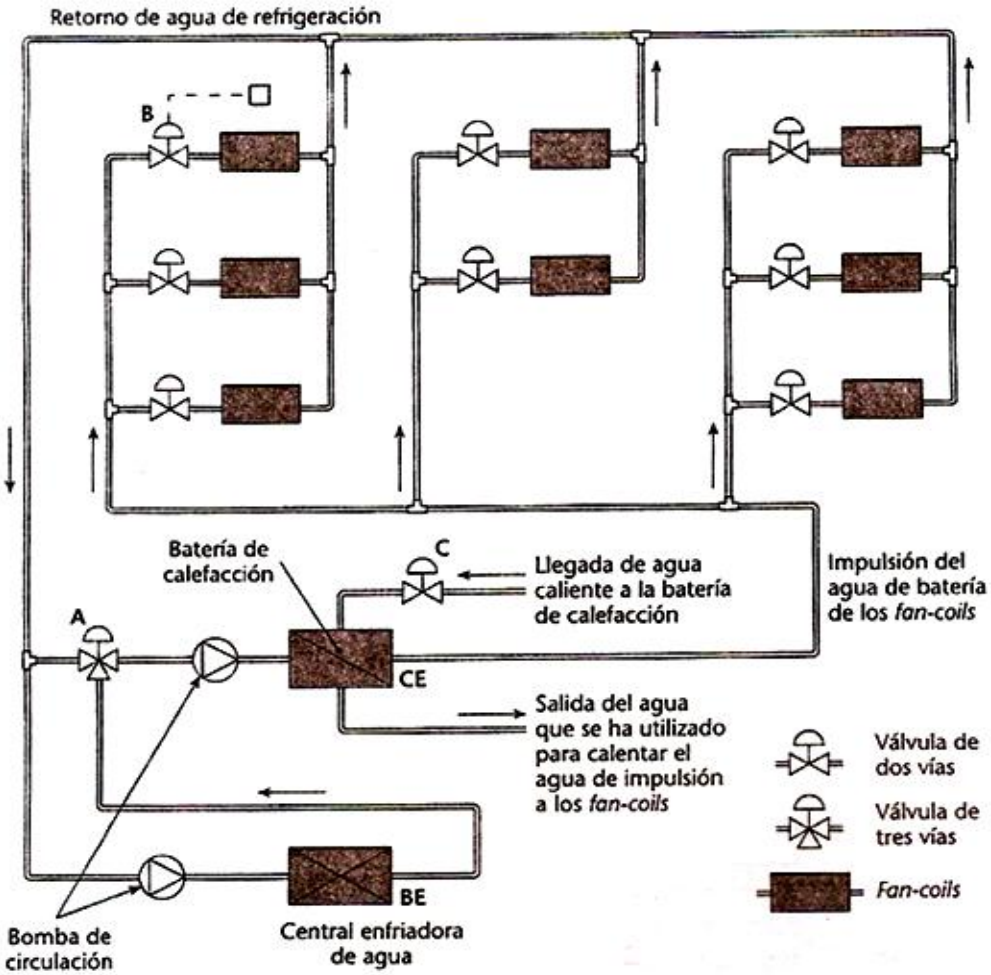


Figura 8. *Esquema d'instal·lació de fancoils de dos tubs per a calefacció i refrigeració.*

5.4. Climatització per sistema tot aire

Consisteix en escalfar o refredar l'aire (únicament aire) i introduir-lo al local que es desitja climatitzar.

L'aire es distribueix per mitjà d'un únic conducte (sistema monoconducte) amb un sistema de volum d'aire variable (VAV).

Aquest sistema regula les condicions tèrmiques del local modificant el cabal d'aire que s'introdueix sense variar-ne la temperatura.

Posant com a exemple l'esquema de la Figura 9, cada branca de la xarxa d'aire arriba a un local on hi ha un termòstat fixa't a una temperatura.

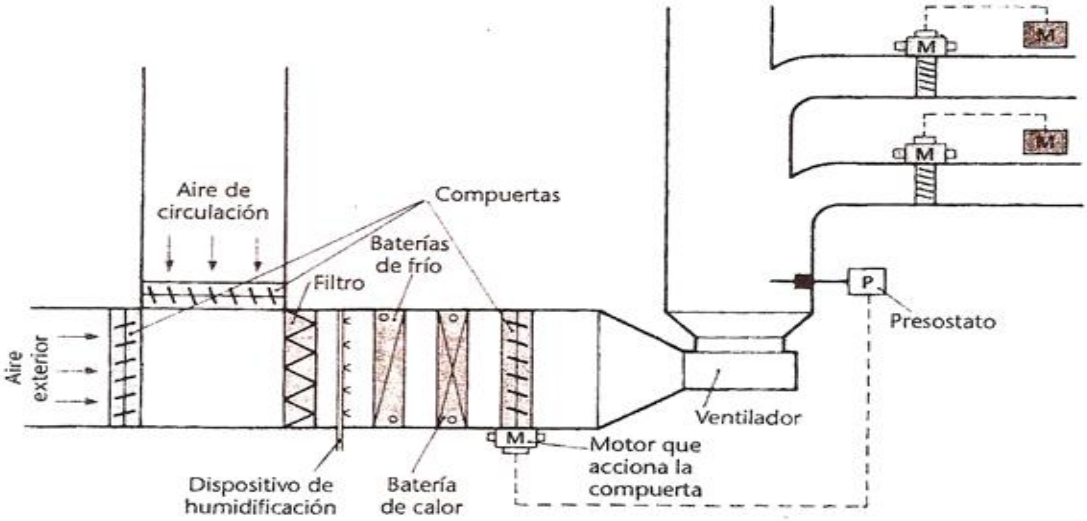


Figura 9. *Esquema sistema VAV.*

Si la càrrega disminueix, la temperatura del local també ho farà, fet que detecta el termòstat. Aquest, envia una senyal al servomotor de la comporta de la branca, que fa tancar-la lleugerament. Això, provoca una disminució del cabal que arriba al local i la temperatura torna a pujar fins a la cota desitjada.

Si aquesta disminució del cabal es produís en tots els ramals alhora, hi hauria una variació de la pressió estàtica que causaria un augment de cabal d'aire en tots els ramals en les que no hi ha hagut regulació. Per tal d'evitar-ho, un pressòstat col·locat a la impulsió regula una comporta motoritzada situada a l'aspiració per tal de tenir sempre la mateixa diferència de pressió al ventilador. Si la disminució total de cabal és molt gran pot arribar a produir problemes de funcionament, però és una situació que no es preveu al gimnàs ja que totes les instal·lacions estaran a ple rendiment durant l'horari d'obertura del club.

Per tal de dimensionar aquests sistemes, s'ha utilitzat el concepte de càrrega màxima contemporània en les zones a on s'aplicarà el sistema VAV. La càrrega màxima contemporània és la més gran que es pot obtenir en tota una zona en un moment determinat, tot i que els màxims a cada una de les sales puguin ser superior en diferents moments del dia. En aquest cas, les càrregues màximes obtingudes depenen en gran part de l'ocupació, ja que aquest paràmetre afecta directament a diverses partides (ventilació sensible i latent i ocupació sensible i latent). Així doncs, per tal d'obtenir un correcte dimensionament, s'ha escollit la major ocupació en el moment de més radiació solar del dia.

Per últim, al cabal obtingut amb aquest mètode se li afegeix un 5 % de seguretat com a mesura de prevenció de possibles irregularitats en el funcionament dels

termòstats. A més, per al càlcul del ventilador, s'afegirà un 20 % per prevenir les sobrecàrregues produïdes a l'arrancada.

El dimensionat de les instal·lacions es realitzarà amb la càrrega màxima contemporània i s'afegirà un 5 % de seguretat al cabal i un 20 % per dimensionar el ventilador.

Aquest tipus de climatització és imprescindible en les zones on es practiquen activitats esportives, per tal de tenir un aire en condicions idònies per a la pràctica de les activitats físiques.

A més, també és de gran utilitat als vestuaris, a on gràcies a aquest sistema s'evitarà l'efecte de "samarreta mullada" que es produeix sovint degut a l'alta humitat que acostuma a haver-hi en els mateixos.

S'emprarà a les zones dos, quatre, cinc i sis. En aquesta última no hi ha cap altra opció, perquè les pistes d'esquaix han d'estar lliures d'obstacles com podrien ser els fancoils. A més, cal recordar que en aquestes zones no es podrà reaprofitar l'aire d'extracció, ja que surt viciat i per tant, la despesa energètica total serà major.

5.5. Selecció dels climatitzadors

Els climatitzadors seran les màquines encarregades de subministrar el cabal d'aire de ventilació a les condicions desitjades. A les zones a on s'ubica el sistema VAV, a més hauran d'aportar tota la potència de refrigeració i calefacció.

El càlcul de la potència dels climatitzadors es pot comprovar als annexos 4 i 5 i dóna els resultats de la Taula 9.

Taula 9. *Potències necessàries pels climatitzadors.*

Zona	Potència de refrigeració	Potència de calefacció
	N_R [KW]	N_C [KW]
Zona 1	2,60	4,91
Zona 2	16,62	35,73
Zona 3	1,56	2,64
Zona 4	44,24	55,48
Zona 5	37,62	45,46
Zona 6	19,67	25,03

Els climatitzadors seleccionats han de ser capaços d'abastir com a mínim aquestes potències.

Per a les zones 2, 4, 5 i 6, aquests seran autònoms i inclouran els mòduls de ventilació, filtració (primera etapa amb prefiltres i segona amb filtres de qualitat F7), bateries de calefacció i refrigeració, silenciadors, humectadors i caixa de

mescles. No és necessari que incloguin mòdul de recuperació, perquè l'aire d'extracció 3 no pot ser reutilitzat ni per a la recirculació del mateix (a la caixa de mescles només entrarà aire exterior) ni per a realitzar una transferència de calor.

S'han escollit els condicionadors autònoms en versió bomba de calor de la marca Carrier de la taula 21, connectats mitjançant el sistema Comfort Zone II de Carrier per tal de garantir un correcte funcionament del sistema VAV

Per a les zones 1 i 3 s'han escollit unitats de conductes de baixa silueta, ideals per a potències i cabals petits. Aquests climatitzadors també son autònoms i consten de bateries de calor, de fred, silenciadors, humectadors i filtres de qualitat F7. Els models es poden consultar a la taula 21.

En tots dos casos les unitats exteriors estaran ubicades al sostre, el més a prop possible de les interiors per minimitzar les longituds dels tubs de connexió, i les interiors al fals sostre.

Taula 10. *Climatitzadors escollits.*

Zona	Model	Potència de refrigeració	Potència de calefacció	
		N_R [KW]	N_C [KW]	N_C suport [KW]
1	X-POWER PLUS TEIDE 50B	5,00	5,50	-
2	40ALZ-007 -*- 38UQZ-007 + bateria de calefacció elèctrica	18,70	20,80	15,00
3	X-POWER PLUS TEIDE 50B	5,00	5,50	-
4	40ALZ-020 -*- 38UQZ-020	53,50	57,50	-
5	40ALZ-016 -*- 38UQZ-016	43,30	45,50	-
6	40ALZ-008 -*- 38UQZ-008	26,75	30,04	-

El model amb bateria de calefacció elèctrica tindrà un termòstat d'ambient exterior necessari pel bon funcionament de la unitat.

5.6. Selecció dels ventiladors

Els ventiladors d'impulsió estan inclosos als climatitzadors i s'han de seleccionar segons el cabal i la pressió que han d'aportar.

Els ventiladors d'extracció han d'aportar el cabal i la pressió necessàries pels conductes de retorn.

Els càlculs per l'elecció dels ventiladors es troben als annexos 6 i 7.

Taula 11. *Ventiladors d'impulsió.*

Zona	Impulsió	
	Model	p [Pa]
1	Inclòs a la UTA per a sortides frontals	75
2	Inclòs a la UTA – transmissió estàndard (politja tancada)	250
3	Inclòs a la UTA per a sortides frontals	75
4	Inclòs a la UTA – transmissió estàndard (politja oberta 4 voltes)	255
5	Inclòs a la UTA – transmissió estàndard (politja tancada)	295
6	Inclòs a la UTA – transmissió especial (politja oberta 2 voltes)	260

Taula 12. *Ventiladors d'extracció.*

Zona	Extracció				
	Model	Cabal [m^3/h]	p [Pa]	Potència Motor [kW]	rpm
1	Escoclima sèrie BC 600	376	78	0,080	2400
2	Escoclima sèrie BV 19/19 7/7	2000	147	0,552	1200
3	Escoclima sèrie BC 250	202	98	0,065	2450
4	Escoclima sèrie BV 28/28 10/10	4000	98	0,552	920
5	Escoclima sèrie BV 28/28 10/10	3500	147	0,552	920
6	Escoclima sèrie BV 19/19 7/7	2000	147	0,736	1250

5.7. Selecció dels fancoils

Les potències necessàries pels fancoils ubicats a les zones 1 i 3 es troben calculades a l'annex 5 i es poden veure a la Taula 13.

Taula 13. *Potències necessàries pels fancoils.*

Zona	Habitacle	Potència de refrigeració	Potència de calefacció
		N_R [KW]	N_C [KW]
Zona 1	Hall	2,61	3,26
	Oficina 1	2,05	0,75
	Oficina 2	2,16	1,17
	Oficina 3	0,70	0,26
	Oficina 4	0,79	0,79
Zona 3	Sala de descans	2,22	1,04
	Banys masculins	0,50	0,42
	Banys femenins	0,50	0,42

A la Taula 14 es poden observar els models escollits, de la marca Carrier.

Taula 14. *Fancoils escollits.*

Zona	Habitacle	Fancoil	Velocitat del ventilador	Potència de refrigeració	Potència de calefacció
				N_R [KW]	N_C [KW]
1	Hall	Idrofan 42N 33	Mitjana	2,63	3,28
	Oficina 1	Idrofan 42N 25	Alta	2,18	2,84
	Oficina 2	Idrofan 42N 25	Alta	2,18	2,84
	Oficina 3	Idrofan 42N 16	Baixa	0,91	1,14
	Oficina 4	Idrofan 42N 16	Baixa	0,91	1,14
3	Sala de descans	Idrofan 42N 43	Baixa	2,58	3,35
	Banys masculins	Idrofan 42N 16	Baixa	0,91	1,14
	Banys femenins	Idrofan 42N 16	Baixa	0,91	1,14

5.8. Selecció de les bombes de calor

Les bombes de calor que faran arribar aigua calenta o freda als fancoils situats a les zones 1 i 3 hauran de tenir com a mínim les potències indicades a la Taula 15.

Taula 15. *Potències necessàries per a les bombes de calor.*

Zona	Potència de refrigeració	Potència de calefacció
	N_R [KW]	N_C [KW]
Zona 1	8,31	6,17
Zona 3	3,22	1,88

Les bombes seleccionades han estat les indicades a la Taula 16, de la marca Carrier.

Taula 16. *Bombes de calor escollides.*

Zona	Model	Potència de refrigeració	Potència de calefacció
		N_R [KW]	N_C [KW]
1	30RH 011	9,6	10,2
3	30RH 005	5,1	5,7

5.9. Selecció dels difusors i reixetes

L'aire que es mou a través de les xarxes s'ha de fer arribar als locals amb una correcta difusió. Per assolir aquest objectiu, s'instal·len difusors que han d'extreure l'aire a una velocitat adequada sense fer gaire soroll.

A la Taula 17 es poden observar les velocitats de sortida i els nivells sonors aconsellats.

Els difusors seleccionats a les zones d'esport hauran de difondre l'aire a una velocitat màxima de 5 m/s i hauran de tenir un nivell sonor màxim de 45 NC.

Els seleccionats a les oficines hauran de tenir una velocitat màxima de sortida de l'aire de 4 m/s i un nivell sonor màxim de 35 NC.

Taula 17. *Velocitats i nivells sonors aconsellats a la sortida de l'aire.*

Aplicació	Velocitat [m/s]	Nivell sonor	
		dB (A)	NC
Estudis de radiodifusió	1,5 : 2,5	20 : 25	15 : 20

Aplicació	Velocitat [m/s]	Nivell sonor	
		dB (A)	NC
Residències	2,5 : 4	25 : 35	20 : 30
Apartaments	2,5 : 4	25 : 35	20 : 30
Esglésies	2,5 : 4	25 : 35	20 : 30
Dormitoris (hotel)	2,5 : 4	25 : 35	20 : 30
Teatres	2,5 : 4	25 : 35	20 : 30
Oficines particulars	2,5 : 4	35 : 40	30 : 35
Cinemes	5	35 : 40	30 : 35
Gimnasos	5	40 : 50	35 : 45
Oficines públiques	5 : 6,5	35 : 40	30 : 35
Magatzems comercials	7,5 : 10	50 : 70	45 : 65

Els difusors seleccionats pel sistema VAV han estat els terminals de volum variable Moduline, de la marca Carrier, concretament el model 37 AG.

Proporcionen el cabal necessari per les diferents estàncies en cada moment, ja que regulen la seva difusió d'aire. En condicions de màxim treball aporten un nivell sonor de 40 NC. Estaran ubicats al fals sostre.

Els difusors seleccionats per les oficines i el hall són de la marca KoolAir. El model seleccionat ha estat el DFRE-GR, un difusor rotacional de lama fixa ideal per a la bona propagació de l'aire. A les velocitats requerides té una potència sonora inferior als 30 dB (A) per a la mida 125, que serà l'utilitzada.

Els difusors també han estat seleccionats per tal que la caiguda de l'aire no arribi a la zona ocupada i per tal que la fletxa no coincidí amb la longitud dels locals, fet que produiria que el doll d'aire xoqués amb les parets i pogués penetrar en la zona ocupada.

Les reixetes d'expulsió també estaran ubicades al fals sostre, fet que permet tenir una velocitat de pas de més de 4 m/s.

S'han escollit reixetes d'aletes fixes a 45º de la Serie R de la marca Airflow, variant la seva grandària segons les necessitats.

La ubicació dels difusors es pot observar als plànols i a l'annex 8.

CAPÍTOL 6: DISSENY DE LA XARXA DE CONDUCTES D'AIRE

Les xarxes d'aire pel sistema aire-aigua s'han dissenyat per tal de ventilar les estàncies, per tant, només s'introduirà el cabal necessari per a aquesta comesa.

Les xarxes d'impulsió surten de les unitats climatitzadores i es van ramificant fins a arribar als difusors encarregats d'introduir l'aire als locals.

Les xarxes d'extracció recullen l'aire dels locals mitjançant reixetes d'extracció i l'expulsen de l'edifici gràcies al ventilador d'extracció.

Pel sistema tot aire, les xarxes s'han dissenyat per tal d'aportar la potència necessària de calefacció i refrigeració a les diferents estàncies.

Les xarxes d'impulsió surten de les unitats climatitzadores, a on es regula el cabal total mitjançant una comporta accionada en funció d'uns sensors i es van ramificant per tal d'arribar a tots els habitacles. Allà, es troben les caixes VAV encarregades de regular el cabal que arriba als difusors encarregats d'introduir l'aire als locals.

Les xarxes d'extracció recullen l'aire dels locals mitjançant reixetes d'extracció i l'expulsen de l'edifici gràcies al ventilador d'extracció. El cabal total d'aire expulsat depèn de les caixes VAV, que van connectades amb les d'impulsió per tal de tenir una quantitat d'aire constant a l'interior del gimnàs.

Tots els conductes són de xapa galvanitzada amb un espessor de 0,6 mm i es troben ubicats a un fals sostre d'un metre d'alçada que queda a 4 metres d'altura respecte el terra. Les xarxes d'impulsió transcorren arran del fals sostre, mentre que les d'extracció estan elevades mig metre per tal d'evitar el contacte entre

elles. En els ramals que terminen en impulsor o reixeta es realitzaran els canvis de secció necessaris per tal de realitzar una correcta connexió dels mateixos.

6.1. Impulsió

Per tal d'explicar el disseny de les xarxes d'aire d'impulsió, es prendrà com a exemple el càlcul de la zona 4. La resta de zones es troben a l'annex 6.

6.1.1. Disseny de la xarxa

Per dissenyar la xarxa d'impulsió, el primer pas es conèixer el cabal d'aire que ha d'entrar en cada estància. A partir d'aquesta dada i amb les dades dels difusors escollits, s'escull el número d'impulsors que es necessitaran.

Taula 18. *Cabal, impulsors i cabal per impulsor de cada estància a la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Estància	V [m^3/h]	Número d'impulsors	V per impulsor [m^3/h]
Hall	144	1	144
Oficina 1	58	1	58
Oficina 2	58	1	58
Oficina 3	58	1	58
Oficina 4	58	1	58

6.1.2 Dimensionament dels conductes i determinació de la pressió del ventilador

Un cop obtingudes aquestes dades, es dissenya el recorregut i es calculen les pèrdues de pressió tenint en compte la longitud, els accessoris, els accidents i els cabals als diferents trams.

Els diferents recorreguts es poden consultar al volum plànols.

Taula 19. *Longitud, cabal, difusors i accessoris del cada tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
1	A	B	3,25	376	-	1 colze
2	B	C	0,78	318	-	-
3	C	D	1,50	260	-	-

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
4	D	E	3,00	202	-	-
5	E	F	8,56	144	25	-
6	B	G	3,75	58	15	3 colzes i derivació T
7	C	H	6,75	58	15	1 colze i derivació T
8	D	I	7,00	58	15	3 colzes i derivació T
9	E	J	6,25	58	15	Derivació T

Amb les dades de disseny de la xarxa, es calculen les dimensions dels conductes i les pèrdues de pressió per tal d'escollir el ventilador adequat.

Taula 20. *Velocitat i dimensions dels conductes per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	4,35	168	120	200
2	3,68	168	120	200
3	3,01	168	120	200
4	3,90	131	120	120
5	2,78	131	120	120
6	1,12	131	120	120
7	1,12	131	120	120
8	1,12	131	120	120
9	1,12	131	120	120

Taula 21. *Pèrdues de pressió per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
1	4,33	2,0	8,66	-	-	-	8,66
2	0,78	2,0	1,55	-	-2,43	-	-0,87
3	1,50	2,0	3,00	-	-2,02	-	0,98
4	3,00	2,0	6,00	-	2,76	-	8,76
5	8,56	2,0	17,12	-	-3,36	25	38,76
6	7,71	3,9	30,07	10,51	-7,96	15	47,62
7	8,07	3,6	29,27	9,76	-5,53	15	48,50
8	10,96	2,5	27,02	9,01	-3,51	15	47,52
9	6,25	3,6	22,52	7,51	-6,27	15	38,76

Les pressions en cada nus són les indicades a la Taula 22.

Taula 22. *Pressió a cada nus de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	56,28
B	47,62
C	48,50
D	47,52
E	38,76
F-J	0

Amb aquestes dades es pot determinar el perfil de pressions del conducte principal. Es pot observar a la Figura 10.

Per tant, per a la zona 1, es necessitarà un ventilador que aporti 376 m^3/h d'aire amb una pressió d'almenys 56,28 Pa.

La superfície total de xapa dels conductes serà de 20,49 m^2.

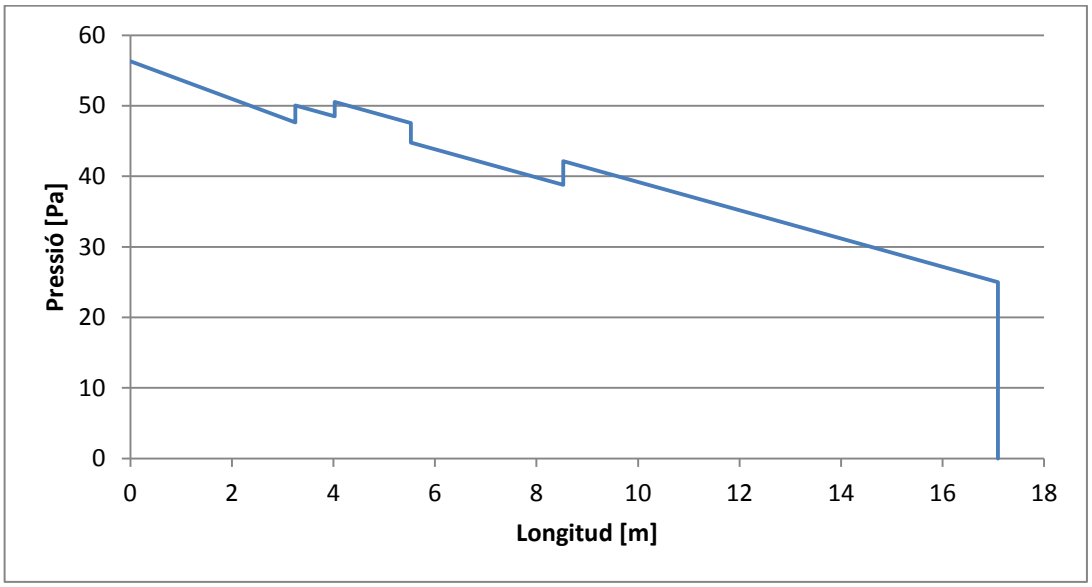


Figura 10. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

6.2. Extracció

Per tal d'explicar el disseny de les xarxes d'aire d'impulsió, es prendrà com a exemple el càlcul de la zona 1. La resta de zones es troben a l'annex 7.

6.2.1. Disseny de la xarxa

Per dissenyar la xarxa d'impulsió, el primer pas es conèixer el cabal d'aire que ha de sortir de cada estància. A partir d'aquesta dada i amb les dades de les reixetes escollits, s'escull el número d'impulsors que es necessitaran.

Taula 23. *Cabal, impulsors i cabal per impulsor de cada estància a la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Estància	V [m^3/h]	Número de reixetes	V per reixeta [m^3/h]
Hall	144	1	144
Oficina 1	58	1	58
Oficina 2	58	1	58
Oficina 3	58	1	58
Oficina 4	58	1	58

6.2.2 Dimensionament dels conductes i determinació de la pressió del ventilador

Un cop obtingudes aquestes dades, es dissenya el recorregut i es calculen les pèrdues de pressió tenint en compte la longitud, els accessoris, els accidents i els cabals als diferents trams.

Els diferents recorreguts es poden consultar al volum plànols.

Taula 24. *Longitud, cabal, difusors i accessoris del cada tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp reixeta [Pa]	Accessoris
1	A	B	0,60	376	-	-
2	B	C	2,05	318	-	Derivació T
3	C	D	8,25	260	-	1 colze
4	D	E	9,55	202	-	1 colze
5	E	F	11,75	144	18	2 colzes
6	B	G	7,25	58	6	5 colzes i derivació T
7	C	H	6,55	58	6	4 colzes i derivació T
8	D	I	5,45	58	6	4 colzes i derivació T
9	E	J	4,20	58	6	2 colzes i derivació T

Amb les dades de disseny de la xarxa, es calculen les dimensions dels conductes i les pèrdues de pressió per tal d'escollir el ventilador adequat.

Taula 25. *Velocitat i dimensions dels conductes per tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	3,48	189	150	200
2	3,93	164	150	150
3	3,21	164	150	150
4	3,90	131	120	120
5	2,78	131	120	120

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
6	1,12	131	120	120
7	1,12	131	120	120
8	1,12	131	120	120
9	1,12	131	120	120

Taula 26. *Pèrdues de pressió per tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
1	2,40	1.40	3,36	-	-	-	3,36
2	2,05	1.40	2,87	-	1,48	-	4,35
3	9,90	1.40	13,87	-	-2,30	-	11,57
4	10,87	1.40	15,22	-	2,20	-	17,41
5	13,07	1.40	18,30	-	-3,36	18	32,94
6	13,85	4.16	57,65	7,51	-4,89	6	66,27
7	11,83	4.31	51,02	11,27	-6,37	6	61,92
8	10,73	3.88	41,67	6,76	-4,07	6	50,35
9	6,84	3.26	22,32	10,89	-6,27	6	32,94

Les pressions en cada nus són les indicades a la Taula 22.

Taula 27. *Pressió a cada nus de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	69,93
B	66,27
C	61,92
D	50,35
E	32,94

Nus	ΔPext [Pa]
F-J	0

Amb aquestes dades es pot determinar el perfil de pressions del conducte principal. Es pot observar a la Figura 11.

Per tant, per a la zona 1, es necessitarà un ventilador que extregui 376 m^3/h d'aire amb una pressió d'almenys 69,93 Pa.

La superfície total de xapa dels conductes serà de 28,08 m^2.

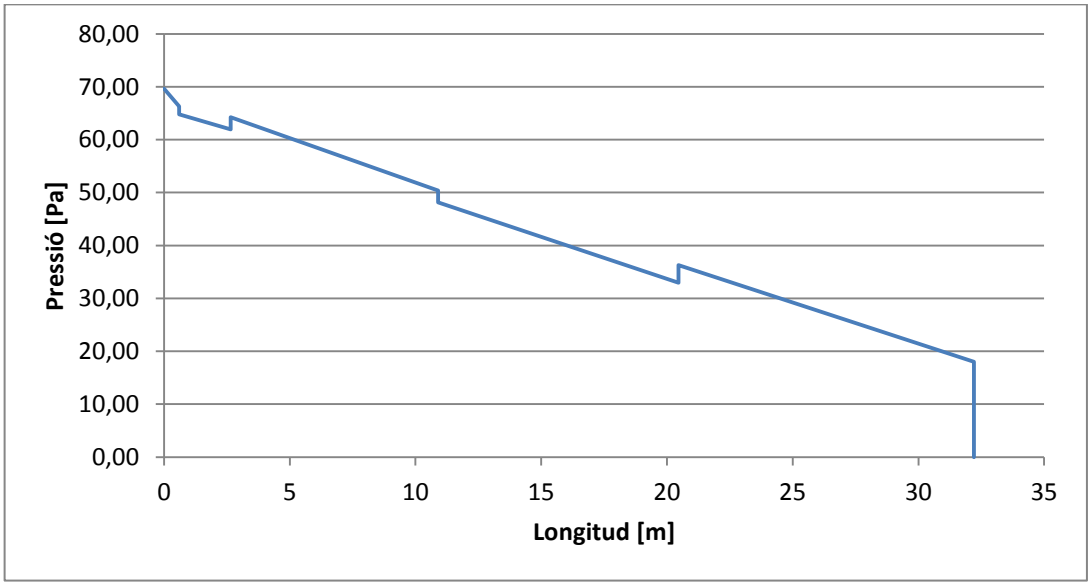


Figura 11. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

CAPÍTOL 7: DISSENY DE LA XARXA DE CONDUCTES D'AIGUA

Les xarxes d'aigua s'han dissenyat per tal d'abastir les dues zones amb fancoils. Estaran composades per canonades que subministraran l'aigua calenta o freda provinent de les bombes de calor als fancoils, així com dels diferents elements de control del sistema.

Per a cada zona hi haurà dos tubs: el d'entrada i el de sortida. En règim de calefacció hi circularà aigua calenta per tots dos tubs (a 45 ºC pel tub d'entrada i a 40 ºC pel de sortida) i en el de refrigeració hi circularà aigua freda (a 7 ºC pel tub d'entrada i a 12 ºC pel de sortida). El retorn serà directe.

Les canonades seran d'acer inoxidable, material que suporta millor el pas del temps i els canvis de temperatura que els diferents plàstics disponibles al mercat. Aquestes estaran aïllades tèrmicament, per petició del RITE i s'instal·laran de forma que no es produeixin flexions al circuit i no es transmetin vibracions a les parets.

L'aigua no abandonarà el circuit en cap moment i la pressió interior del circuit serà més gran que l'atmosfèrica. Cada fancoil tindrà un termòstat amb regulació de la velocitat del ventilador (alta, mitjana o baixa) i de les vàlvules de 2 vies instal·lades a la impulsió de cada aparell.

Les bombes de calor incorporen una bomba de circulació, un vas d'expansió, un vas de purga manual, una vàlvula de drenatge d'aigua, una vàlvula de seguretat i un dipòsit regulador. Per tant, no cal instal·lar-los a part.

A la Figura 12 es pot observar l'esquema de la instal·lació de la zona 3, sense vàlvules. La instal·lació de la zona 1 és idèntica però amb 2 fancoils més.

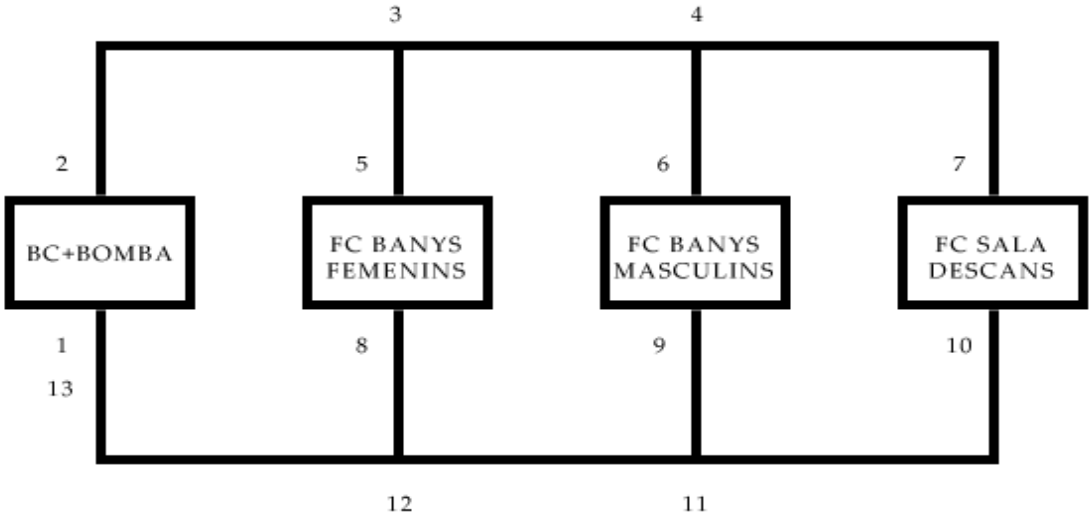


Figura 12. *Esquema de la instal·lació de la zona 3 (sense vàlvules).*

7.1. Càlcul de la xarxa de canonades

L'aigua que circula per les canonades ha de moure's a una velocitat entre els 0,5 m/s (a menys velocitat es poden produir sedimentacions) i 2 m/s (a més velocitat el soroll pot ser molest). A més, la pèrdua de càrrega màxima per metre de canonada ha d'acomplir la normativa vigent.

7.1.1. Dimensionat de les canonades

Amb el cabal i el rang de velocitats es troba el diàmetre adient per a cada tram. Aquest, però, ha de ser un diàmetre normalitzat.

Les dimensions de totes les canonades es poden trobar a l'annex 9.

7.1.2. Càlcul de les pèrdues de càrrega

Amb totes les dades de la instal·lació es procedeix a calcular les pèrdues de càrrega que es produeixen al circuit per fregament, accessoris, fancoils, etcètera.

Les vàlvules utilitzades a tots dos circuits seran les següents:

- Vàlvules esfèriques: una a l'aspiració de la bomba hidràulica per tal de poder tallar la circulació de cabal en cas d'averia o manteniment i una a la impulsió de cada fancoil per permetre el seu aïllament i regular el seu cabal.
- Vàlvules de seient: una al retorn de cada fancoil per equilibrar el sistema, ja que la impulsió i el retorn son directes i els cabals que passen pels ramals són força diferents.
- Vàlvula antiretorn: una a la impulsió de la bomba hidràulica, per tal d'evitar que el fluid caloportador circuli en sentit contrari i per tal de poder regular el cabal.

Un cop coneguda la pèrdua de càrrega del recorregut més desfavorable, es procedeix a l'elecció de la bomba.

Totes les pèrdues de càrregues es poden consultar a l'annex 9.

7.2. Càlcul de la bomba hidràulica

S'han d'escollir bombes hidràuliques que aportin el cabal i la pressió necessàries pel bon funcionament de les xarxes.

Els càlculs corresponents es poden consultar a l'annex 9. Les bombes seleccionades són incloses a les bombes de calor i aporten un cabal i pressió suficients per a les xarxes hidràuliques.

7.3. Càlcul del vas d'expansió

Com el fluid caloportador té variacions de la seva temperatura, es poden produir dilatacions del mateix que facin malbé les instal·lacions.

Per tal d'evitar-ho, les bombes de calor incorporen un vas d'expansió que elimina aquest perill i que es suficient per a les xarxes instal·lades (els càlculs es poden consultar a l'annex 9).

CAPÍTOL 8: DISSENY DE LA XARXA D'AIGUA CALENTA SANITÀRIA

El projecte també inclou l'adequació de la instal·lació d'aigua calenta sanitària, que estarà present als vestuaris i als banys. S'haurà de realitzar una instal·lació d'energia solar tèrmica que aporti al menys el 60 % del consum d'aigua calenta, segons la normativa municipal de Barcelona.

8.1. Instal·lació solar

Una instal·lació d'energia solar tèrmica concentra el calor del Sol acumulat en uns panells anomenats col·lectors i la transmet a l'aigua calenta sanitària.

Els col·lectors, ubicats al sostre i orientats cap al sud, absorbeixen calor i el concentren gràcies a l'efecte hivernacle creat a l'interior de la placa, a l'aïllament del medi exterior i a la capacitat d'absorció dels cossos (afavorit pel tractament tèrmic al que es sotmeten certes parts de les plaques).

A l'interior dels col·lectors hi ha un circuit tancat (circuit primari) per on circula un fluid caloportador. Aquest, s'envia fins a un interacumulador, situat en un petit recinte creat especialment a la sala de descans per a aquesta comesa.

A l'interacumulador, el tub amb el fluid caloportador adquireix forma de serpentí i entra en contacte amb l'aigua a escalfar, que circula per un circuit secundari. El fluid caloportador aporta calor a l'aigua, escalfant-la. A més, aquest també serveix de dipòsit d'aigua calenta.

Per tal d'evitar que en dies nuvolats hi hagi manca d'energia, s'ha d'instal·lar un equip generador auxiliar, com una caldera de gas o gasoli, que ja hi és al poliesportiu juntament amb la xarxa secundària (la que porta l'aigua calenta sanitària als punts de consum).

L'aigua haurà de sortir de l'interacumulador a una temperatura de 60 ºC per tal d'evitar perill de legionel·la, i es mesclarà amb aigua freda per tal de rebaixar la temperatura fins als 45 ºC, que és la temperatura habitual de consum.

Tot aquest procés està controlat per un dispositiu electrònic central anomenat controlador, que s'encarrega d'automatitzar i coordinar la circulació del líquid del circuit primari, controlar la temperatura dels col·lectors i garantir la seguretat del sistema.

Per tant, la instal·lació tindrà els següents components:

- Captadors: els captadors són els encarregats de rebre la radiació solar i transformar-la en calor per tal de transferir-lo al fluid de la instal·lació.
- Sistema d'intercanvi i acumulació: en aquesta zona del circuit el fluid caloportador cedeix calor a l'aigua per tal d'escalfar-la i a més s'encarrega d'emmagatzemar l'aigua calenta per al seu ús posterior.
- Sistema de recolzament: per tal de garantir que en tot moment es pot comptar amb aigua calenta sanitària independentment del clima i de l'aigua calenta que es pugui generar mitjançant energia solar.
  Aquest s'alimentarà mitjançant un combustible sòlid, com poden ser el propà, el gas natural o el gasoli (ja hi està instal·lat).
- Sistema de control i regulació: que s'encarrega de que tot funcioni correctament.

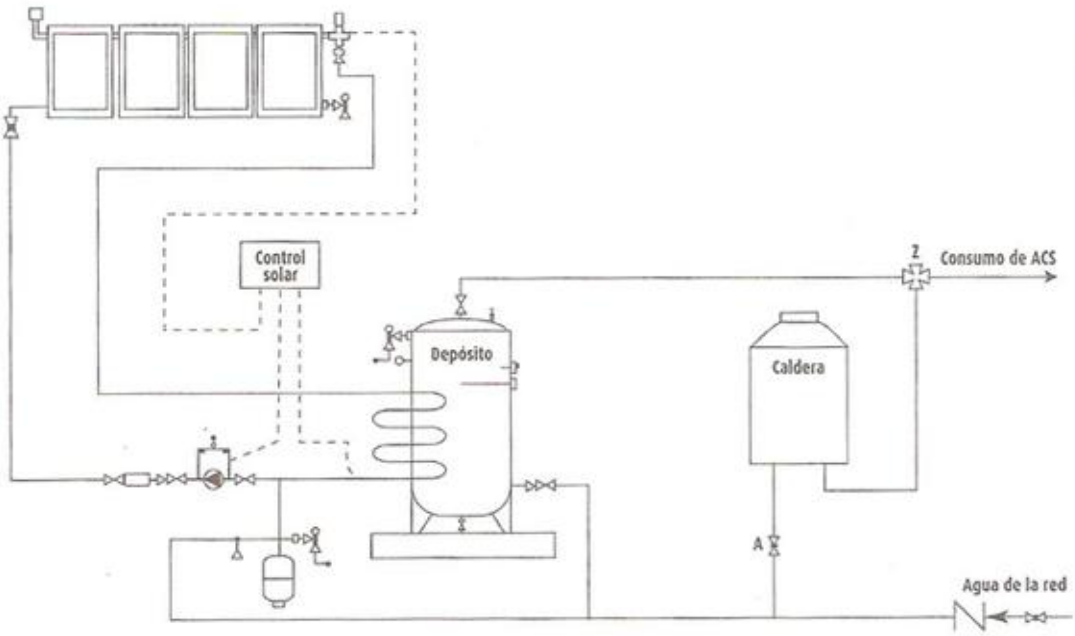


Figura 13. *Esquema hidràulic típic d'una instal·lació solar d'aigua calenta sanitària.*

8.2. Col·lectors solars

Els col·lectors o captadors solars són els encarregats de rebre la radiació solar i transformar-la en calor.

Per determinar la superfície de captadors que es necessita es necessiten les dades de radiació solar de la ciutat de Barcelona per a col·lectors inclinats 40º i orientats al sud (com en aquest cas) i les dades dels col·lectors plans seleccionats (Schüco U.5 DG Natur).

Mitjançant els càlculs pertinents disponibles a l'annex 10, es troba que calen 24 captadors. Aquests, es col·locaran en 4 fileres connectades en paral·lel de 6 captadors connectats també en paral·lel entre si (la connexió en sèrie dels captadors fa que el seu rendiment disminueixi molt).

8.3. Circuit primari

8.3.1. Descripció general

El circuit primari és per on circula el fluid caloportador (compost per un 60 % d'aigua i un 40 % de propilenglicol) i connecta els captadors amb l'interacumulador.

Les canonades d'aquest circuit seran de coure i estaran aïllades tèrmicament seguint el RITE amb una capa de 20 mm d'escumes elastomèriques.

Les diferents vàlvules que s'instal·laran al circuit són:

- Vàlvules esfèriques: una a l'aspiració de la bomba hidràulica per tal de poder tallar la circulació de cabal en cas d'averia o manteniment i una a la impulsió de cada bateria de col·lectors per permetre el seu aïllament i regular el seu cabal.
- Vàlvula antiretorn: una a la impulsió de la bomba hidràulica, per tal d'evitar que el fluid caloportador circuli en sentit contrari i per tal de poder regular el cabal.

No caldrà equilibrar el sistema ja que totes les branques tenen el mateix cabal i s'ha realitzat la impulsió de forma inversa per evitar problemes.

8.3.2. Interacumulador

L'interacumulador s'encarregarà de les funcions d'acumulador (amb un dipòsit de 4000 litres) i d'intercanviador de calor (amb una potència de 81 kW). S'ha escollit de la marca Suicalsa l'interacumulador inox amb serpentí extraible – Serie IV. Els càlculs del mateix es troben a l'annex 10.

8.3.3. Bomba hidràulica

La bomba hidràulica escollida ha de ser capaç d'aportar 1807,2 l/h i una alçada manomètrica de 4,34 m.c.a. La bomba escollida ha estat la Willo Stratos – D32/1-12 CAN PN 6/10, que compleix amb les necessitats del sistema.

8.3.4. Vas d'expansió

Per tal de protegir la instal·lació cal col·locar un vas d'expansió. Aquest, ha de tenir un volum d'almenys 10,04 litres.

S'escull el vas d'expansió tancat de la casa Zilmet, model Solar Plus 18 amb un volum de 18 litres.

8.4. Circuit secundari

Tant les canonades com la maquinària del circuit secundari es troben instal·lades prèviament al poliesportiu. Per tant, no cal tornar-la a calcular.

CAPÍTOL 9: SISTEMES DE CONTROL I SEGURETAT

Cada una de les sis zones tindrà el seu sistema de control personalitzat, per tal de garantir el màxim confort en tots els habitacles simultàniament.

Tots els sistemes estaran connectats al sistema contra incendis del gimnàs. En cas d'incendi el sistema de climatització i ventilació s'haurà d'aturar per tal d'evitar la propagació ràpida de fums. A més, s'activaran les comportes tallafocs i els conductes d'aire es segellaran.

9.1. Control del sistema tot aire

El sistema utilitzat serà el Comfort Zone II de Carrier. Cada zona del sistema tindrà els següents elements:

- Controlador de zona: encarregat del control general de la instal·lació i la unitat climatitzadora, així com de regular l'obertura de la comporta principal que limita el cabal del climatitzador.
- Sensor de zona: a cada habitacle hi haurà un sensor de zona. Aquest mesurarà la temperatura i humitat ambient i regularà l'obertura de les comportes de les caixes VAV situades a la xarxa d'impulsió i de retorn per tal que les condicions siguin les desitjades.
- Termòstat: a on es podrà ajustar la temperatura i humitat desitjades a cada habitacle. També es podrà programar la temperatura i humitat que es vol a cada local en cada moment.

A la Figura 14 es pot observar un esquema de la instal·lació, a on falten els conductes d'extracció.

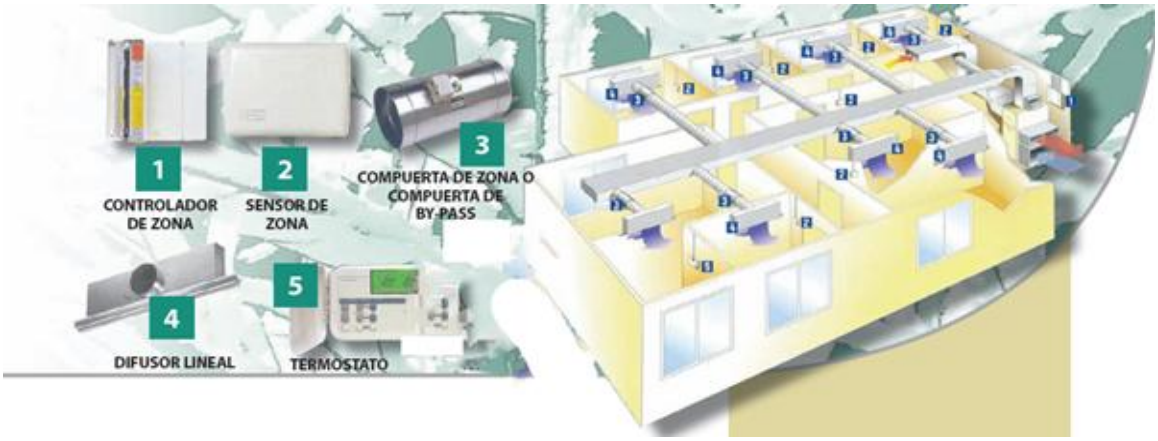


Figura 14. *Control del sistema VAV.*

9.2. Control del sistema aire-aigua

Les bombes de calor encarregades de fer arribar aigua als fancoils tenen un sistema de control incorporat que les fa activar en funció de les necessitats del sistema, controlant una vàlvula que regula el pas de l'aigua.

A més, permet veure l'estat de les diferents variables de la màquina per garantir el seu bon funcionament.

Els climatitzadors de l'aire disposen d'un regulador de temperatura i humitat que habitualment es trobarà en les condicions de projecte.

Cada fancoil disposarà del seu propi termòstat per tal de regular la temperatura de cada habitacle independentment. A més, es disposaran vàlvules a l'entrada de cada fancoil connectades als termòstats per tal de regular el cabal d'aigua que arriba a cada un d'ells.

CAPÍTOL 10: CONCLUSIONS

En finalitzar el projecte, es conclou que les instal·lacions climàtiques escollides per al poliesportiu són perfectament vàlides per la comesa per a la que han estat dissenyades.

Tot i tractar-se d'un recinte força gran, el bon aïllament dels tancaments ha rebaixat en bona mesura les càrregues tèrmiques dels diferents habitacles fent que la càrrega tèrmica total fos inferior a la esperada.

La instal·lació del sistema tot aire permet que, a les zones esportives i de vestuaris, on les càrregues latents són altes, hi hagi un bon control de la temperatura i la humitat. L'elecció del sistema VAV suposa un estalvi d'energia quan degut a les exigències no cal utilitzar tota l'energia disponible. El fet que sigui una instal·lació monoconducte implica diverses millores respecte d'altres sistemes:

- És més econòmic que els sistemes de doble conducte, tant en el cost de material com en el d'instal·lació.
- Ocupa menys espai que aquests i facilita el seu manteniment i instal·lació.
- Redueix i simplifica els càlculs del projectista.

Per altra banda, com a inconvenient, els sistemes de doble conducte acostumen a ser més precisos que els monoconductes.

Als habitacles a on es practica esport l'aire d'extracció no es pot aprofitar ni per a recircular-ho ni per a realitzar una transferència de calor a l'aire d'impulsió. Això ha provocat que les unitats de tractament d'aire hagin hagut de tenir una potència més gran que la que haurien tingut en cas de que el RITE permetés alguna de les dues accions.

La instal·lació del sistema aire-aigua permet que a la resta de zones hi hagi condicions de confort sense la necessitat de tenir grans conductes d'aire. La ventilació està garantida mitjançant petits conductes d'aire i la climatització també gràcies a les canonades d'aigua.

El disseny de tots dos sistemes s'ha pensat per tal de disminuir al màxima el cost de materials i les pèrdues, fent els diferents ramals tant curts com ha estat possible.

Per últim, la instal·lació solar per a l'aigua calenta sanitària s'ha creat per tal de subministrar almenys un 60 % de la demanda tèrmica anual, complint amb l'ordenança tèrmica de Barcelona. La instal·lació en paral·lel dels captadors ha permès que el rendiment dels mateixos sigui molt més alt que en cas d'haver-ho fet en sèrie.

CAPÍTOL 11: BIBLIOGRAFIA

10.1. Referències bibliogràfiques

Carrier. 2008. Manual de aire acondicionado. Editorial Marcombo.

Isover. 2009. Manuales de climatización. http://www.isover.net (últim accés 10 de juny de 2010).

Miranda, A.L. 2010. Técnicas de climatización. Editorial Marcombo.

Miranda, A.L. i Luis Jutglar. 2009. Técnicas de calefacción. Editorial Marcombo.

10.2. Bibliografia de consulta

Miranda, A.L. i Luis Jutglar. 2008. Técnicas de refrigeración. Editorial Marcombo.

Miranda, A.L. 2000. Nueva enciclopedia de la climatización. Aire acondicionado. Ediciones Ceac.

Ruiz, C. 1997. La carga tèrmica. Editorial CEAC.

10.3. Normativa

Código Técnico de la Edificación (CTE).

Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

Documento Básico HE – Ahorro de Energía (DB-HE).

Ordenanza Solar Térmica de Barcelona (OST).

CAPÍTOL 12:

SUMARI DE FIGURES

Figura 1. *Dades cadastrals del Club Natació Barcelona segons l'Oficina Virtual del Cadastre.* 12

Figura 2. *Esquema del plànol del gimnàs.* 12

Figura 3. *Esquema del plànol de zonificació.* 24

Figura 4. *Esquema del procés de condicionament típic d'hivern.* 27

Figura 5. *Diagrames de les variants del procés de condicionament d'hivern.* 28

Figura 6. *Esquema del procés de condicionament típic d'estiu.* 28

Figura 7. *Diagrames de les variants del procés de condicionament d'estiu.....* 29

Figura 8. *Esquema d'instal·lació de fancoils de dos tubs per a calefacció i refrigeració.* 30

Figura 9. *Esquema sistema VAV.* 31

Figura 10. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 43

Figura 11. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 46

Figura 12. *Esquema de la instal·lació de la zona 3 (sense vàlvules).* 48

Figura 13. *Esquema hidràulic típic d'una instal·lació solar d'aigua calenta sanitària.* 52

Figura 14. *Control del sistema VAV.* 56

CAPÍTOL 13:

SUMARI DE TAULES

Taula 1. *Àrees i volums dels habitacles.* 13
Taula 2. *Temperatures interiors d'hivern de projecte.* 14
Taula 3. *Temperatures interiors d'estiu de projecte.* 15
Taula 4. *Categoria de l'aire exterior a cada habitacle.* 17
Taula 5. *Transmitància límit dels forats.* 18
Taula 6. *Càrrega tèrmica de calefacció.* 19
Taula 7. *Càrrega tèrmica de refrigeració.* 21
Taula 8. *Càrrega tèrmica de calefacció i refrigeració per zona.* 24
Taula 9. *Potències necessàries pels climatitzadors.* 32
Taula 10. *Climatitzadors escollits.* 33
Taula 11. *Ventiladors d'impulsió.* 34
Taula 12. *Ventiladors d'extracció.* 34
Taula 13. *Potències necessàries pels fancoils.* 35
Taula 14. *Fancoils escollits.* 35
Taula 15. *Potències necessàries per a les bombes de calor.* 36
Taula 16. *Bombes de calor escollides.* 36
Taula 17. *Velocitats i nivells sonors aconsellats a la sortida de l'aire.* 36
Taula 18. *Cabal, impulsors i cabal per impulsor de cada estància a la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 40
Taula 19. *Longitud, cabal, difusors i accessoris del cada tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 40
Taula 20. *Velocitat i dimensions dels conductes per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 41

Taula 21. *Pèrdues de pressió per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 42

Taula 22. *Pressió a cada nus de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 42

Taula 23. *Cabal, impulsors i cabal per impulsor de cada estància a la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 43

Taula 24. *Longitud, cabal, difusors i accessoris del cada tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 44

Taula 25. *Velocitat i dimensions dels conductes per tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 44

Taula 26. *Pèrdues de pressió per tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 45

Taula 27. *Pressió a cada nus de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 45

Signatura del projectista:

Sergio Moros Sanz

Barcelona, 12 de gener de 2011.

Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Pressupost

"INSTAL·LACIONS CLIMÀTIQUES D'UN POLIESPORTIU"

PFC presentat per obtenir el títol d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitzat en Mecànica
per **Sergio Moros Sanz**

Barcelona, 12 de gener de 2011

Director: Alfred Fontanals García
Departament de Mecànica de Fluids (DMF)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDEX PRESSUPOST

Índex pressupost **1**
Capítol 1: Introducció **3**
Capítol 2: Instal·lacions d'aire **5**
Capítol 3: Instal·lacions d'aigua **7**
Capítol 4: Instal·lació ACS **9**
Capítol 5: Cost total **11**

CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ

En aquest volum es desglossarà el pressupost que serà necessari per tal de realitzar les instal·lacions dissenyades al present projecte.

Les taules de pressupost contenen 4 columnes:

- Descripció: a on s'especifica el material o la tasca a realitzar.
- Quantitat: a on s'expressa el nombre d'unitats (ja siguin metres, metres quadrats, hores, quantitat d'aparells, etcètera) que es necessiten.
- Preu unitari: és l'import per una unitat de material o tasca a realitzar.
- Preu total: s'obté de multiplicar el preu unitari per la quantitat.

Els capítols estan dividits en instal·lacions, amb el preu total final disponible a l'últim capítol, a on es sumen els impostos i les hores d'enginyeria.

CAPÍTOL 2: INSTAL·LACIONS D'AIRE

Descripció	Quantitat	Preu unitari [€/quantitat]	Preu total [€]
Climatitzador Carrier 40ALZ-007 -*- 38UQZ-007 amb bateria de calefacció elèctrica	1 ud.	6284,00	6284,00
Climatitzador Carrier 40ALZ-008 -*- 38UQZ-008	1 ud.	7094,00	7094,00
Climatitzador Carrier 40ALZ-016 -*- 38UQZ-016	1 ud.	12650,00	12650,00
Climatitzador Carrier 40ALZ-020 -*- 38UQZ-020	1 ud.	13670,00	13670,00
Climatitzador X-Power Plus Teide 50B	2 uds.	2907,00	5814,00
Ventilador Escoclima sèrie BC 250	1 ud.	154,71	154,71
Ventilador Escoclima sèrie BC 600	1 ud.	177,53	177,53
Ventilador Escoclima sèrie BV 19/19 7/7	2 uds.	1021,00	2042,00

Descripció	Quantitat	Preu unitari [€/quantitat]	Preu total [€]
Ventilador Escoclima sèrie BV 28/28 10/10	2 uds.	1305,00	2610,00
Difusor KoolAir DFRE-GR 125	8 uds.	110,25	882,00
Difusor Carrier 37 AG (Moduline)	37 uds.	215,95	7990,15
Reixeta Airflow Serie R-RH 200x100	8 uds.	42,12	336,95
Reixeta Airflow Serie R-RH 300x200	3 uds.	69,64	208,92
Reixeta Airflow Serie R-RH 400x200	2 uds.	88,57	177,14
Reixeta Airflow Serie R-RH 600x300	5 uds.	94,65	473,25
Conducte rectangular de xapa galvanitzada amb espessor de 0,6 mm per la conducció de l'aire	331 m^2	38,94	12889,14
Caixes VAV	20 uds.	260,00	5200,00
Sistemes de control VAV	4 uds.	1166,00	4664,00
Oficial d'obra	80 h	24,11	1928,80
Ajudant d'obra	80 h	21,07	1685,60
Costos mitjans auxiliars, indirectes i de material indefinit	5% del total		4346,61
Total	91278,80 €		

CAPÍTOL 3: INSTAL·LACIONS D'AIGUA

Descripció	Quantitat	Preu unitari [€/quantitat]	Preu total [€]
Bomba de calor Carrier 30RH 005	1 ud.	3363,00	3363,00
Bomba de calor Carrier 30RH 011	1 ud.	4846,00	4846,00
Fancoil Carrier Idrofan 42N 16	4 uds.	271,00	1084,00
Fancoil Carrier Idrofan 42N 25	2 uds.	300,00	600,00
Fancoil Carrier Idrofan 42N 33	1 ud.	341,00	341,00
Fancoil Carrier Idrofan 42N 43	1 ud.	389,00	389,00
Vàlvules esfèriques	10 uds.	192,30	1923,00
Vàlvules de seient	8 uds.	47,52	380,16
Vàlvules antiretorn	2 uds.	30,54	61,08
Tub d'acer inoxidable per a la conducció d'aigua D=19,05 mm	47,40 m	7,14	338,44
Tub d'acer inoxidable per a la conducció d'aigua D=12,70 mm	49,81 m	4,98	248,05

Descripció	Quantitat	Preu unitari [€/quantitat]	Preu total [€]
Tub d'acer inoxidable per a la conducció d'aigua D=9,52 mm	24,09 m	3,90	93,95
Tub d'acer inoxidable per a la conducció d'aigua D=6,35 mm	34,40 m	2,52	86,69
Oficial d'obra	40 h	24,11	964,40
Ajudant d'obra	40 h	21,07	842,80
Costos mitjans auxiliars, indirectes i de material indefinit	5% del total		778,08
Total	16339,65 €		

CAPÍTOL 4: INSTAL·LACIÓ ACS

Descripció	Quantitat	Preu unitari [€/quantitat]	Preu total [€]
Captador Schüco U.5 DG Natur	24 uds.	1220,00	29280,00
Estructures metàl·liques de suport dels captadors	24 uds.	500,00	12000,00
Purgadors automàtics	24 uds.	51,00	1224,00
Bomba hidràulica Willo-Stratos – D32/1-12 CAN PN 6/10	1 ud.	215,00	215,00
Interacumulador Suicalsa inox amb serpentí extraible – Serie IV 4000 litres i 81 kW amb temps d'escalfament de 2 hores	1 ud.	10627,00	10627,00
Líquid anticongelant (propilenglicol)	40 l	4,00	160,00
Vàlvules esfèriques	4 uds.	192,30	769,20
Vàlvules antiretorn	1 ud.	30,54	30,54
Vas d'expansió Zilmet Solar Plus 18	1 ud.	54,00	54,00
Tub de coure aïllat tèrmicament per a la conducció de fluid caloportador D=31,75 mm	43,26 m	7,21	311,90

Descripció	Quantitat	Preu unitari [€/quantitat]	Preu total [€]
Tub de coure aïllat tèrmicament per a la conducció de fluid caloportador D=25,4 mm	14,00 m	5,26	73,64
Tub de coure aïllat tèrmicament per a la conducció de fluid caloportador D=15,88 mm	15,28 m	3,24	49.51
Oficial d'obra	60 h	24,11	1446,60
Ajudant d'obra	60 h	21,07	1264,20
Costos mitjans auxiliars, indirectes i de material indefinit	5% del total		2875,28
Total	60380,87 €		

CAPÍTOL 5:

COST TOTAL

Descripció	Quantitat	Preu unitari [€/quantitat]	Preu total [€]
Instal·lacions d'aire	-		91278,80
Instal·lacions d'aigua	-		16339,65
Instal·lació d'ACS	-		60380,87
Treball d'enginyer	300 h	30	9000,00
Treball de delineant	30 h	25	750,00
Treball de recerca i investigació	120 h	15	1800,00
I.V.A.	18 % del cost total		32318,88
Total	211868,20 €		