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

PFC1

"INSTAL·LACIONS CLIMÀTIQUES D'UN POLIESPORTIU"

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

Barcelona, 16 de juny de 2010

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 5
Agraïments 7
Capítol 1: Objectiu del projecte 9
Capítol 2: Condicions de projecte 11
2.1. Ubicació 11
2.2. Superfícies 12
2.3. Temperatures 14
2.3.1. Hivern 14
2.3.2. Estiu 15
2.4. Humitats 16
2.4.1 Hivern 16
2.4.2 Estiu 16
2.5. Velocitat mitjana de l'aire 16
2.6. Ventilació 17
2.6.1. Elecció del IDA 17
2.6.2. Cabal mínim de l'aire exterior de ventilació 17
2.6.3. Filtració de l'aire exterior mínim de ventilació 17
2.6.4. Aire d'extracció 17
2.7. Higiene 18
2.8. Ambient acústic 18
2.9. Materials de l'obra 18
2.9.1. Murs exteriors 18
2.9.2. Murs interiors 20
2.9.3. Sostre 21
2.9.4. Terra 23
2.9.5. Portes de fusta 24
2.9.6. Portes de vidre sense fusteria 25
2.9.7. Portes dobles de vidre sense fusteria 25
2.9.8. Porta d'entrada al gimnàs 26
2.9.9. Portes d'emergència 26
2.9.10. Finestres grans 26

2.9.11. Finestres petites 27
2.9.12. Ponts tèrmics 28
2.10. Coeficient global de transmissió de l'edifici 28
2.10.1. Transmitància tèrmica de murs exteriors i tancaments en contacte amb el terra 28
2.10.2. Transmitància tèrmica del sostre 28
2.10.3. Transmitància tèrmica del terra 28
2.10.4. Transmitància tèrmica dels forats 29
2.10.5. Càlcul del coeficient global de transmissió de l'edifici 29
Capítol 3: Càrrega tèrmica de calefacció 31
3.1. Càrrega sensible 31
3.1.1. Partida de transmissió 31
3.1.2. Partida d'infiltracions i ventilació 32
3.2. Càrrega total 32
Capítol 4: Càrrega tèrmica de refrigeració 35
4.1. Càrrega sensible 35
4.1.1. Partida de radiació per elements transparents 35
4.1.2. Partida de radiació i transmissió a través de les parets i el sostre 35
4.1.3. Partida de transmissió a través de parets i sostres no exteriors 36
4.1.4. Partida deguda a l'aire d'infiltracions 36
4.1.5. Partida per ocupació del local 36
4.1.6. Partida per il·luminació del local 36
4.1.7. Partida per l'aire de ventilació 37
4.2. Càrrega latent 37
4.2.1. Partida deguda a l'aire d'infiltracions 37
4.2.2. Partida per ocupació del local 37
4.2.3. Partida per l'aire de ventilació 37
4.3. Càrrega total 38
Capítol 5: Climatització del recinte 41
5.1. Zonificació del gimnàs 41
5.2. Sistemes de calefacció emprats 42
5.2.1. Calefacció per aigua calenta 42
5.2.2. Calefacció per aire 44
5.2.3. Central de producció de calor 44
5.3. Sistemes de refrigeració emprats 44
5.3.1. Refrigeració aire-aigua 44

5.3.2. Refrigeració per aire 44
5.3.3. Central de producció de fred 45
Capítol 6: Aigua calenta sanitària 47
6.1. Demanda d'aigua calenta sanitària 47
6.2. Instal·lació solar 47
Capítol 7: Pressupost aproximat 49
7.1. Instal·lació de climatització 49
7.1.1. Central de producció de calor 49
7.1.2. Central de producció de fred 51
7.1.3. Emissors 51
7.2. Instal·lació d'aigua calenta sanitària 54
7.3. Elements de control 55
7.4. Total 56
Capítol 8: Conclusions 57
Capítol 9: Bibliografia 59
9.1. Referències bibliogràfiques 59
9.2. Bibliografia de consulta 59
9.3. Normativa 59
Capítol 10: Sumari de figures 61
Capítol 11: Sumari de taules 63

RESUM

Aquest projecte consistirà en 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 tal de realitzar-ho, en aquest PFC1 s'escolliran les condicions de projecte, es calcularan les càrregues tèrmiques i s'estudiaran quins sistemes són els més adients.

RESUMEN

Este proyecto consistirá en 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 realizarlo, en este PFC1 se escogerán las condiciones de proyecto, se calcularán las cargas térmicas y se estudiará que sistemas son los más adecuados.

ABSTRACT

This project will make the installation of air conditioning (heating and cooling) and the sanitary hot water of a gym located in the city of Barcelona.

In order to do this, in this PFC1 there will be chosen the project conditions, the heat loads will be calculated and the different systems will be studied to determinate which is the best in each case.

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 gimnasos.

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 plaques 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) i el Código Técnico de la Edificación (CTE).

En aquesta primera part del projecte (PFC1) es descriuran les condicions del mateix, es realitzaran els càlculs previs i s'estudiaran els diferents sistemes disponibles per tal de veure quins són els més adients. A més, s'inclourà un pressupost aproximat orientatiu.

A la segona part (PFC2) es realitzaran tots els càlculs de la instal·lació, així com tot el seu disseny i els plànols de la mateixa, donant una solució definitiva i un pressupost final.

CAPÍTOL 2: CONDICIONS DE PROJECTE

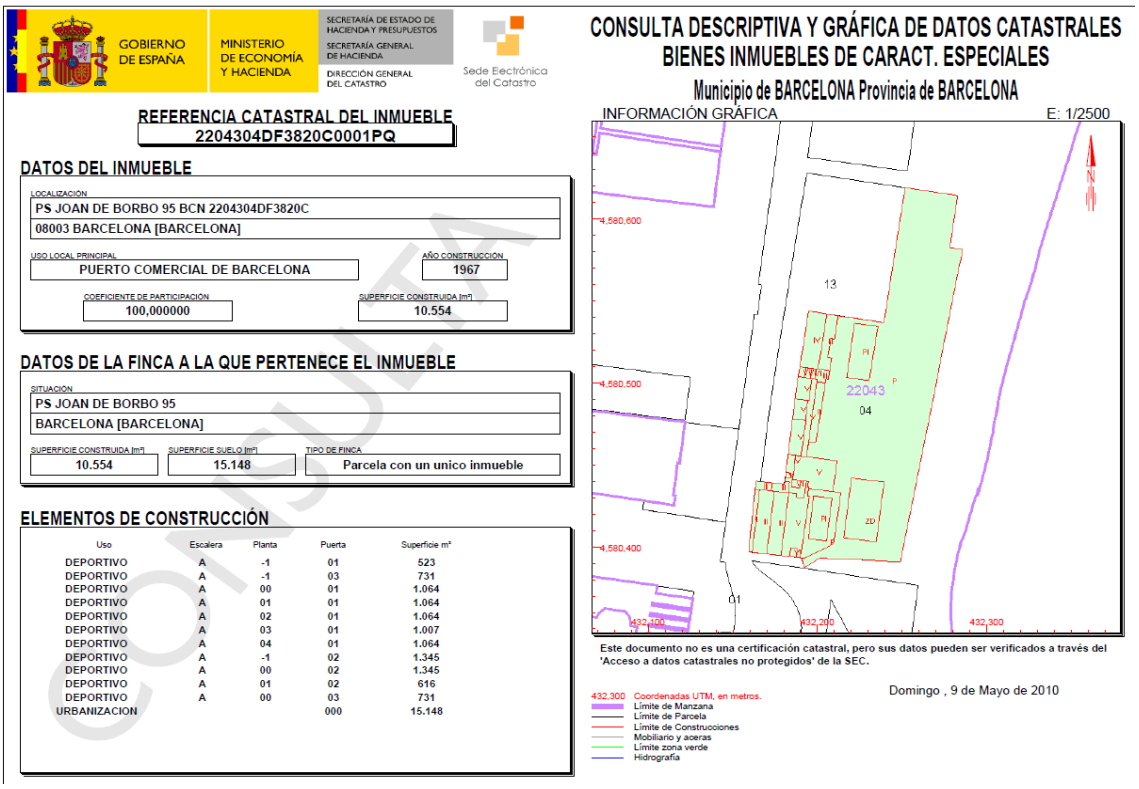
2.1. Ubicació

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 a on es pot veure la seva localització en coordenades U.T.M. i el seu plànol de situació.



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
URBANIZACIÓN			000	15.148

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

CONSULTA

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

A més, cal destacar que l'edifici no té cap orientació concreta, ja que té una paret enfocada a cada punt cardinal (nord, sud, est i oest).

2.2. Superfícies

El gimnàs està distribuït de la següent forma:

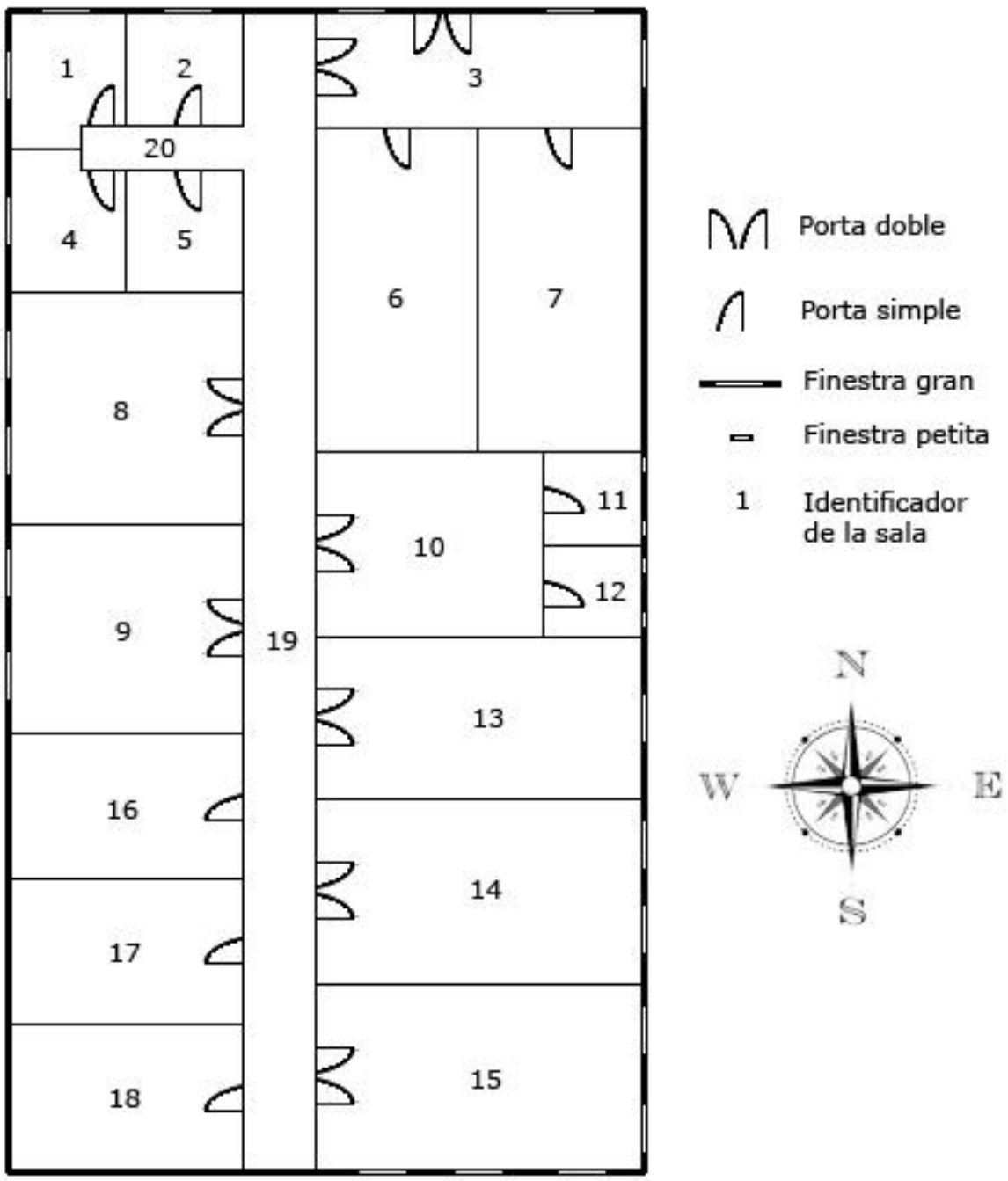


Figura 2. *Esquema del plànol del gimnàs.*

Les àrees i volums de cada habitacle són les següents:

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 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, i les temperatures interiors recomanades són:

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

Habitacle	Tª interior (ºC)
Banys (masculins i femenins)	20
Hall	20
Oficines	20
Sales d'activitats físiques (spinning, aeròbic, fitness, pes lliure, esquaix, etcètera)	17
Sala de descans i esbarjo	20
Vestuaris (masculins i femenins)	19
Zones de pas (passadissos)	No es climatitzen

2.3.2. Estiu

Segons el Manual de aire acondicionado Carrier, la temperatura seca exterior de projecte a l'estiu a la ciutat de Barcelona és de 31 ºC. A més, hi ha una variació diürna (OMD) de 8 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, i les temperatures interiors recomanades són:

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 (spinning, aeròbic, fitness, pes lliure, esquaix, etcètera)	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).

En qualsevol cas, 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).

2.4.2 Estiu

La humitat relativa exterior de projecte a la ciutat de Barcelona a l'estiu és del 68 % segons ho recull el Manual de aire acondicionado Carrier. Tenint en compte que la temperatura exterior de projecte és de 31 ºC, equival a una humitat absoluta de 19,6 g d'aigua/kg 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 50 % en tots els habitacles climatitzats.

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. 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.

2.6.2. Cabal mínim de l'aire exterior de ventilació

El mètode per calcular el cabal mínim d'aire exterior de ventilació serà el C: mètode directe per concentració de CO_2, adequat per a locals amb alta activitat metabòlica a on no està permès fumar.

Com a màxim, l'aire interior podrà tenir 800 vegades (en parts per milió de volum) la concentració de CO_2 que té l'aire exterior.

Per tant, s'haurà de garantir un aire de ventilació entre els 10 i els 14 dm^3/s per persona o de 2 dm^3/s per m^2 de superfície.

2.6.3. 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 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 allarga la seva vida útil. Aquests es situaran a l'entrada d'aire exterior a la unitat de tractament, així com a l'entrada de l'aire de retorn.

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 %.

2.6.4. 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:

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 (spinning, aeròbic, fitness, pes lliure, esquaix, etcètera)	3
Sala de descans i esbarjo	1
Vestuaris (masculins i femenins)	2
Zones de pas (passadissos)	1

Només l'aire de les sales catalogades com AE 1 podrà ser retornat al recinte.

L'aire catalogat com AE 3 haurà de ser expulsat a l'exterior per diferents conductes que l'aire AE 1 i AE 2, per evitar contaminació creuada.

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 pot 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

2.9.1. Murs exteriors

Els murs exteriors estan realitzats amb un tancament tipus B amb aïllament Colover amb 100 mm de cambra d'aire:

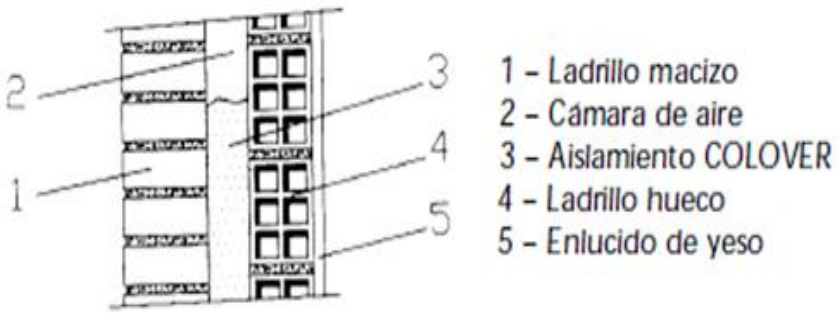


Figura 3. *Tancament tipus B amb aïllament Colover.*

Aquest tipus de tancament té una transmitància tèrmica U de 0,29 W/m^2·K.

La superfície que ocupa aquest tancament és de:

Taula 5. *Superfície de murs exteriors.*

Habitacle	Nº de parets exteriors	Superfície de mur exterior (traient forats) [m^2]
Banys femenins	1	19,64
Banys masculins	1	19,64
Hall	2	81,4
Oficina 1	1	22
Oficina 2	2	44
Oficina 3	0	0
Oficina 4	1	22
Passadís 1	2	25,4
Passadís 2	0	0
Pista d'esquaix 1	2	85
Pista d'esquaix 2	1	35
Pista d'esquaix 3	1	35
Sala d'activitats 1	1	39
Sala d'activitats 2	1	44

Sala d'activitats 3	1	32
Sala de descans	0	0
Sala de màquines fitness	1	34
Sala de pes lliure	2	95
Vestuaris femenins	0	0
Vestuaris masculins	1	70
Total	703,08	

2.9.2. Murs interiors

Els murs interiors són de construcció lleugera. Tenen revestiment metàl·lic i fibra de vidre com a aïllant de farciment, amb un espessor d'aquest de 75 mm.

Aquest tipus de tancament té un coeficient U de 0,69 W/m^2·K.

La superfície que ocupa aquest tancament és de:

Taula 6. *Superfície de murs interiors.*

Habitacle	Nº de parets interiors	Superfície de mur interior (traient forats) [m^2]
Banys femenins	3	57,7
Banys masculins	3	57,7
Hall	2	85,8
Oficina 1	3	72,7
Oficina 2	2	47,7
Oficina 3	4	87,7
Oficina 4	3	62,7
Passadís 1	2	450,9
Passadís 2	2	70,8
Pista d'esquaix 1	2	82,7

Pista d'esquaix 2	3	132,7
Pista d'esquaix 3	3	132,7
Sala d'activitats 1	3	140,4
Sala d'activitats 2	3	145,4
Sala d'activitats 3	3	170,4
Sala de descans	4	170,8
Sala de màquines fitness	3	175,4
Sala de pes lliure	2	105,4
Vestuaris femenins	4	207,7
Vestuaris masculins	3	137,7

2.9.3. Sostre

El sostre està realitzat amb un forjat amb volta ceràmica amb aïllament de filtre IBR de 100 mm d'espessor com el que es veu a la imatge:

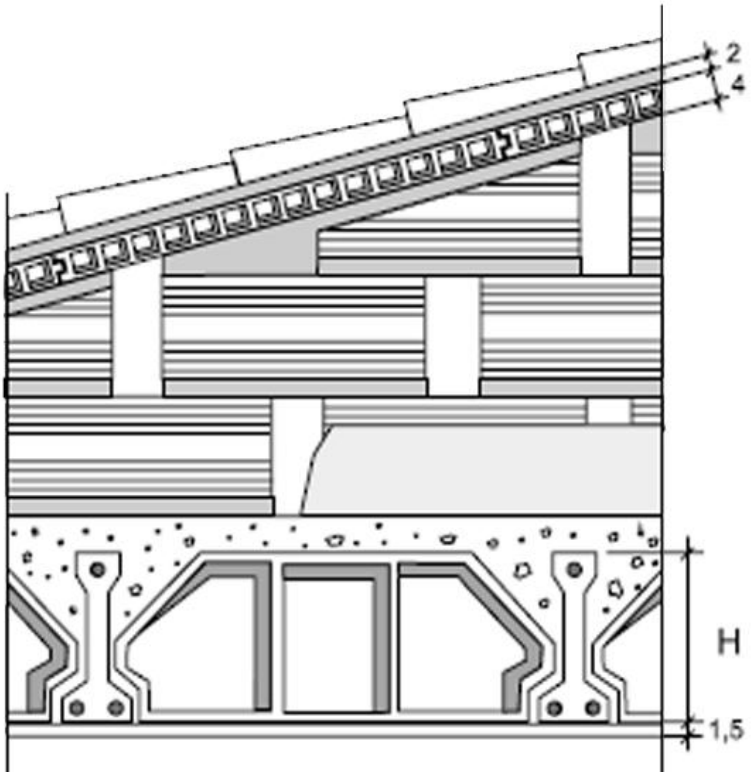


Figura 4. *Forjat amb volta ceràmica.*

Aquest tipus de sostre té una transmitància U de 0,33 W/m^2·K.

La superfície que ocupa el sostre és de:

Taula 7. *Superfície ocupada pel sostre.*

Habitacle	Superfície de sostre [m^2]
Banys femenins	16
Banys masculins	16
Hall	70
Oficina 1	23
Oficina 2	23
Oficina 3	20
Oficina 4	20
Passadís 1	150
Passadís 2	14
Pista d'esquaix 1	70
Pista d'esquaix 2	70
Pista d'esquaix 3	70
Sala d'activitats 1	90
Sala d'activitats 2	100
Sala d'activitats 3	98
Sala de descans	80
Sala de màquines fitness	112
Sala de pes lliure	112
Vestuaris femenins	98
Vestuaris masculins	98
Total	1350

2.9.4. Terra

El terra està realitzat amb parquet amb aïllament amb filtre IBR-Isover de 80 mm d'espessor i 16 cm de volta:

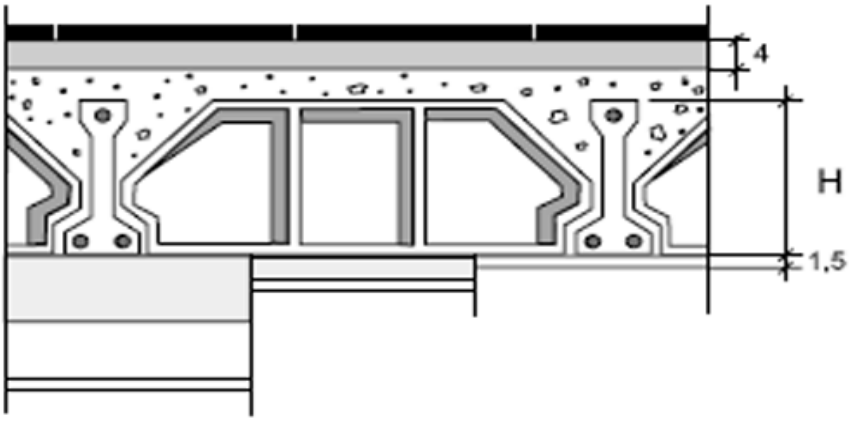


Figura 5. *Parquet amb aïllament IBR-Isover.*

Aquest tipus de terra té una transmitància tèrmica U_S de 0,37 W/m^2·K.

La superfície que ocupa el terra és de:

Taula 8. *Superfície ocupada pel terra.*

Habitacle	Superfície de terra [m^2]
Banys femenins	16
Banys masculins	16
Hall	70
Oficina 1	23
Oficina 2	23
Oficina 3	20
Oficina 4	20
Passadís 1	150
Passadís 2	14
Pista d'esquaix 1	70
Pista d'esquaix 2	70
Pista d'esquaix 3	70

Sala d'activitats 1	90
Sala d'activitats 2	100
Sala d'activitats 3	98
Sala de descans	80
Sala de màquines fitness	112
Sala de pes lliure	112
Vestuaris femenins	98
Vestuaris masculins	98
Total	1350

2.9.5. Portes de fusta

Les portes de fusta seran utilitzades en llocs com els lavabos, els vestuaris o les oficines.

Aquestes seran opaques i tindran una transmitància tèrmica U_H de 3,48 W/m^2·K.

La superfície que ocupen aquestes portes és de:

Taula 9. *Superfície de portes de fusta.*

Habitacle	Nº de portes de fusta	Superfície de portes de fusta [m^2]
Banys femenins	1	2,3
Banys masculins	1	2,3
Oficina 1	1	2,3
Oficina 2	1	2,3
Oficina 3	1	2,3
Oficina 4	1	2,3
Vestuaris femenins	1	2,3
Vestuaris masculins	1	2,3
Total	8	18,4

2.9.6. Portes de vidre sense fusteria

Les portes de vidre sense fusteria s'utilitzaran a les pistes d'esquaix, degut a que les regles del camp de joc d'aquest esport així ho obliguen.

La seva transmitància tèrmica serà de 5,81 W/m^2·K.

La superfície que ocupen aquestes portes és de:

Taula 10. *Superfície de portes de vidre sense fusteria.*

Habitacle	Nº de portes de fusta	Superfície de vidre sense fusteria [m^2]
Pista d'esquaix 1	1	2,3
Pista d'esquaix 2	1	2,3
Pista d'esquaix 3	1	2,3
Total	3	6,9

2.9.7. Portes dobles de vidre sense fusteria

Les portes dobles de vidre sense fusteria s'utilitzaran a l'entrada de les sales d'activitats físiques, així com a l'entrada de la sala de descans.

La seva transmitància tèrmica serà de 5,81 W/m^2·K.

La superfície que ocupen aquestes portes és de:

Taula 11. *Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria.*

Habitacle	Nº de portes	Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria [m^2]
Sala d'activitats 1	1	4,6
Sala d'activitats 2	1	4,6
Sala d'activitats 3	1	4,6
Sala de descans	1	4,6
Sala de màquines fitness	1	4,6
Sala de pes lliure	1	4,6
Total	7	32,2

2.9.8. Porta d'entrada al gimnàs

La porta d'entrada al gimnàs estarà situada al Hall i serà de vidre amb una cambra d'aire Primalit.

La seva transmitància tèrmica serà de 3,48 W/m^2·K.

Taula 12. *Superfície de portes de vidre amb cambra d'aire Primalit.*

Habitacle	Nº de portes	Superfície de portes dobles de vidre amb cambra d'aire Primalit [m^2]
Hall	1	4,6
Total	1	4,6

2.9.9. Portes d'emergència

Les portes d'emergència s'encarregaran de facilitar la sortida de les persones en cas de necessitat.

La seva transmitància tèrmica serà de 5,81 W/m^2·K.

La superfície que ocupen aquestes portes és de:

Taula 13. *Superfície de portes d'emergència.*

Habitacle	Nº de portes	Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria [m^2]
Passadís 1	1	4,6
Total	1	4,6

2.9.10. Finestres grans

Aquest serà el tipus de finestra predominant. Les úniques finestres que no seran d'aquest tipus seran las dels banys.

Seran de triple vidre (Climati) amb un espessor de cambra d'aire de 12 mm i fusteria metàl·lica.

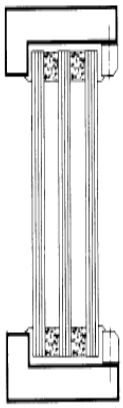


Figura 6. *Finestra de triple vidre (Climati).*

La seva transmitància tèrmica U_H serà de 3,14 W/m^2·ºC.

La superfície que ocupen les finestres grans és de:

Taula 14. *Superfície de finestres grans.*

Habitacle	Nº de finestres	Superfície de finestra [m^2]
Hall	3	9
Oficina 1	1	3
Oficina 2	2	6
Oficina 4	1	3
Sala d'activitats 1	2	6
Sala d'activitats 2	2	6
Sala d'activitats 3	1	3
Sala de màquines fitness	2	6
Sala de pes lliure	5	15
Total	19	57

2.9.11. Finestres petites

Aquestes estaran situades als lavabos.

Seran de vidre triple (Climati) amb una cambra d'aire de 12 mm i fusteria metàl·lica.

La seva transmitància tèrmica serà de 3,14 W/m^2·K.

La superfície que ocupen les finestres petites és de:

Taula 15. *Superfície de finestres petites.*

Habitacle	Nº de finestres	Superfície de finestra [m^2]
Banys femenins	2	0,36
Banys masculins	2	0,36
Total	4	0,72

2.9.12. Ponts tèrmics

L'edifici ha estat dissenyat evitant els ponts tèrmics per tal d'augmentar la seva eficiència energètica.

Així doncs, no hi cap tipus de pont tèrmic.

2.10. Coeficient global de transmissió de l'edifici

A partir dels materials de l'obra es calcula el coeficient global de transmissió de l'edifici, K.

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^2K.

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

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^2K.

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

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^2K.

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

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 següent taula:

Taula 16. *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.

2.10.5. Càlcul del coeficient global de transmissió de l'edifici

Coneixent les diferents transmitàncies tèrmiques de cada tancament i la superfície que ocupen, es pot calcular la transmitància tèrmica global del l'edifici.

Aquest coeficient serà necessari a l'hora de realitzar els càlculs d'algunes de les partides de les càrregues tèrmiques de calefacció i de climatització.

El coeficient K_G de l'edifici és de 0,30 W/m^{2}K.

CAPÍTOL 3: CÀRREGA TÈRMICA DE CALEFACCIÓ

El càlcul de la càrrega tèrmica de calefacció es realitza mitjançant el sumatori de la càrrega de transmissió de cada habitacle i de la càrrega d'infiltracions, afegint diversos coeficients per tal de majorar el resultat.

3.1. Càrrega sensible

La càrrega sensible total és el sumatori de les següents partides

3.1.1. Partida de transmissió

La càrrega tèrmica de transmissió és la deguda a la quantitat de calor que travessa els tancaments del local. A aquesta, s'hi afegeixen tres suplements: z_1 (per interrupció del servei), z_2 (per orientació dels tancaments) i z_3 (per superfícies fredes).

Es calcula amb la següent fórmula:

$$\dot{Q}_T = \sum_{i}^{n} K_i \cdot S_i \cdot (T_i - T_e) \qquad (1)$$

On el K és el coeficient global de transmissió de calor del tancament, S és la superfície, T_i la temperatura interior i T_e l'exterior.

Els tres suplements es poden obtenir a partir de taules i s'afegeixen a la partida de transmissió de la següent forma:

$$\dot{Q}_{T\ \mathrm{amb\ suplements}}{}_{i=1}^{i=n} = \dot{Q}_{T\ i} \cdot (1 + z_{2i} + z_{3i}) \cdot (1 + z_{1i}) \qquad (2)$$

3.1.2. Partida d'infiltracions i ventilació

La càrrega tèrmica d'infiltracions es deguda a la quantitat d'aire que entra al local a través de la fusteria dels forats dels tancaments exteriors. A més, s'ha de tenir en compte el cabal de ventilació, que és el que s'afegeix voluntàriament per tal de renovar l'aire. A l'hora de calcular la càrrega tèrmica, s'escull la dada més gran de les dues (o cabal d'infiltracions o de ventilació).

El cabal d'infiltracions es calcula amb la següent fórmula:

$$\dot{V}_I = \sum I_I \cdot S_I \qquad (3)$$

On I és la permeabilitat del forat i S la superfície del mateix.

El cabal de ventilació es calcula mitjançant aquesta expressió:

$$\dot{V}_I = n \cdot V \qquad (4)$$

On n és el número de renovacions i V el volum de la part buida del local.

La càrrega, doncs, es calcula amb el cabal més gran d'aquests dos amb la primera fórmula en cas de ser calefacció per aigua calent i amb la segona en cas de ser per aire:

$$\dot{Q}_{VI} = \rho \cdot \dot{V} \cdot c_{pm} \cdot (T_i - T_e) \qquad (5)$$

On ρ és la densitat de l'aire i cpm és el calor específic mitjà del mateix.

$$\dot{Q}_{VI} = \rho \cdot \dot{V} \cdot h_{fgm} \cdot (W_i - W_e) \qquad (6)$$

On h_{fgm} és el calor latent d'evaporació mitjà de l'aigua, W_i la humitat absoluta de l'aire interior i W_e la de l'aire exterior.

A l'hivern no hi ha càrregues latents, perquè es considera que ajuden a mantenir una temperatura elevada a l'edifici.

3.2. Càrrega total

Així doncs, la càrrega tèrmica de calefacció total de cada habitacle, és la següent:

Taula 17. *Càrrega tèrmica de calefacció total.*

Habitacle	Q_C [KW]
Banys femenins	0,43
Banys masculins	0,43
Hall	3,24
Oficina 1	0,72

Oficina 2	1,16
Oficina 3	0,28
Oficina 4	0,73
Passadís 1	No es calefacten per ser zones de pas
Passadís 2	
Pista d'esquaix 1	1,27
Pista d'esquaix 2	1,06
Pista d'esquaix 3	1,06
Sala d'activitats 1	1,77
Sala d'activitats 2	1,93
Sala d'activitats 3	1,72
Sala de descans	1,12
Sala de màquines fitness	2,12
Sala de pes lliure	2,94
Vestuaris femenins	1,30
Vestuaris masculins	1,90
Total	25,19

CAPÍTOL 4: CÀRREGA TÈRMICA DE REFRIGERACIÓ

El càlcul de la càrrega tèrmica de refrigeració es realitza mitjançant el sumatori de les següents càrregues sensibles i latents.

4.1. Càrrega sensible

La càrrega sensible total és el sumatori de les següents partides, més un 10% de majoració.

4.1.1. Partida de radiació per elements transparents

Aquesta partida té en compte l'energia que arriba al local procedent de la radiació solar travessant els elements transparents a la radiació.

Per calcular aquesta partida s'ha de saber l'orientació de les finestres, l'hora solar (en aquest cas les 15 hores) i el dia (23 de juliol).

Amb aquestes dades, s'extreu la R (radiació solar unitària) i es calcula la partida amb la següent expressió, on S és la superfície dels forats i f el producte dels factors de correcció que existeixin, ja sigui per la utilització de vidres especials o persianes:

$$\dot{Q}_{SR}=S\cdot R\cdot f \qquad (7)$$

4.1.2. 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).

Es calcula amb la següent fórmula:

$$\dot{Q}_{STR}=K\cdot S\cdot(DTE) \quad (8)$$

On K és el coeficient de transmissió del tancament, S la superfície del mateix i DTE la diferència de temperatura equivalent.

La DTE s'extreu mitjançant taules i depèn, en les partes, de l'orientació del tancament, del producte de la densitat per l'espessor del mur i de l'hora solar del projecte i en el sostre de si és solejat o amb ombra, del producte de la densitat per l'espessor del sostre i de l'hora solar del projecte.

4.1.3. Partida de transmissió a través de parets i sostres no exteriors

A aquesta partida s'inclouen les parets interiors, el terra, els sostres interiors i les superfícies de vidre. La superfície de les portes s'acostuma a incloure en les parets.

Es calcula amb la següent fórmula:

$$\dot{Q}_{ST} = S \cdot K \cdot \Delta T \quad (9)$$

On S és la superfície, K el coeficient global de transmissió i ΔT la diferència de temperatures exterior i interior.

4.1.4. Partida deguda a l'aire d'infiltracions

És inevitable l'entrada d'aire exterior al local per les finestres, portes o escletxes. Aquesta partida té en compte la quantitat d'aire que s'infiltra a l'habitacle.

L'expressió mitjançant la qual es calcula aquesta partida es la següent:

$$\dot{Q}_{SI} = V_I \cdot \rho \cdot c_{pm} \cdot \Delta T \quad (10)$$

On V_I és el cabal volumètric d'infiltracions, valor tabulat, ρ es la densitat de l'aire, c_{pm} el calor específic de l'aire i l'última expressió es la diferència de temperatures exterior i interior.

4.1.5. Partida per ocupació del local

Les persones que estiguin dins el local, degut a l'activitat que puguin realitzar i a la seva temperatura corporal, també emeten calor.

Aquesta partida es pot calcular així:

$$\dot{Q}_{SP} = n \cdot O_S \quad (11)$$

On n és el número de persones del local i Os és un valor tabulat.

4.1.6. Partida per il·luminació del local

En aquest cas, la quantitat de calor produït per la llum dependrà de si és il·luminació incandescent o fluorescent.

Si és incandescent, es calcula de la següent forma:

$$\dot{Q}_{SIL} = I \tag{12}$$

Si és fluorescent s'utilitza la següent expressió:

$$\dot{Q}_{SIL} = 1{,}25 \cdot I \tag{13}$$

On I és la potència elèctrica d'il·luminació en Watts.

4.1.7. Partida per l'aire de ventilació

De la mateixa manera que succeeix amb el cabal d'infiltracions, el de ventilació també provoca una diferència de temperatures.

Es calcula amb l'expressió:

$$\dot{Q}_{SV} = 0{,}34 \cdot f \cdot V_V \cdot \Delta T \tag{14}$$

On V_V és el cabal de ventilació, ΔT la diferència de temperatures i f el factor de by-pass de la bateria.

4.2. Càrrega latent

La càrrega latent total és el sumatori de les següents partides, més un 10% de majoració.

4.2.1. Partida deguda a l'aire d'infiltracions

A més de provocar un salt de temperatures, el cabal d'infiltracions també produeix un salt d'humitats. Amb el mateix cabal que l'obtingut al punt 3.2.2.1.4, s'aplica la següent fórmula:

$$\dot{Q}_{LI} = V_i \cdot \rho \cdot L_m \cdot \Delta W \tag{15}$$

On L_m és el calor latent mitjà i ΔW la diferència d'humitats.

4.2.2. Partida per ocupació del local

Segons el tipus d'activitat que es dugui a terme al local, es pot consultar el valor O_L, que determinarà el valor d'aquesta partida, ja que es calcula així:

$$\dot{Q}_{LP} = n \cdot O_L \tag{16}$$

On n és el número de persones que ocupen el local.

4.2.3. Partida per l'aire de ventilació

De la mateixa manera que succeeix amb el cabal d'infiltracions, el de ventilació també provoca una diferència d'humitats.

Es calcula amb l'expressió:

$$\dot{Q}_{LV} = 0{,}83 \cdot f \cdot V_V \cdot \Delta W \tag{17}$$

On V_V és el cabal de ventilació, ΔW la diferència d'humitats i f el factor de by-pass de la bateria.

4.3. Càrrega total

Així doncs, la càrrega tèrmica de climatització total de cada habitacle, és la següent:

Taula 18. *Càrrega tèrmica de climatització total.*

Habitacle	Q_S [KW]	Q_L [KW]	Q_R [KW]
Banys femenins	1,10	0,54	1,64
Banys masculins	1,10	0,54	1,64
Hall	3,27	1,53	4,80
Oficina 1	2,29	0,56	2,85
Oficina 2	2,41	0,56	2,97
Oficina 3	0,96	0,56	1,52
Oficina 4	1,08	0,56	1,63
Passadís 1	Les zones de pas no es climatitzen		
Passadís 2			
Pista d'esquaix 1	1,96	0,56	2,53
Pista d'esquaix 2	1,84	0,56	2,40
Pista d'esquaix 3	1,84	0,56	2,40
Sala d'activitats 1	8,04	5,07	13,11
Sala d'activitats 2	8,66	5,63	14,29
Sala d'activitats 3	6,08	5,35	11,43
Sala de descans	4,40	2,17	6,58
Sala de màquines fitness	7,09	6,20	13,29
Sala de pes lliure	7,90	6,20	14,10

Vestuaris femenins	6,67	4,89	11,55
Vestuaris masculins	6,90	4,89	11,78
Total	75,85	46,93	122,78

CAPÍTOL 5: CLIMATITZACIÓ DEL RECINTE

5.1. 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.

Taula 19. *Càrrega tèrmica de calefacció i refrigeració per zona.*

Zona	Q_C [KW]	Q_R [KW]
Zona 1	6,13	13,77
Zona 2	3,20	23,34

Zona 3	1,98	9,86
Zona 4	6,78	38,81
Zona 5	3,70	27,40
Zona 6	3,40	7,33

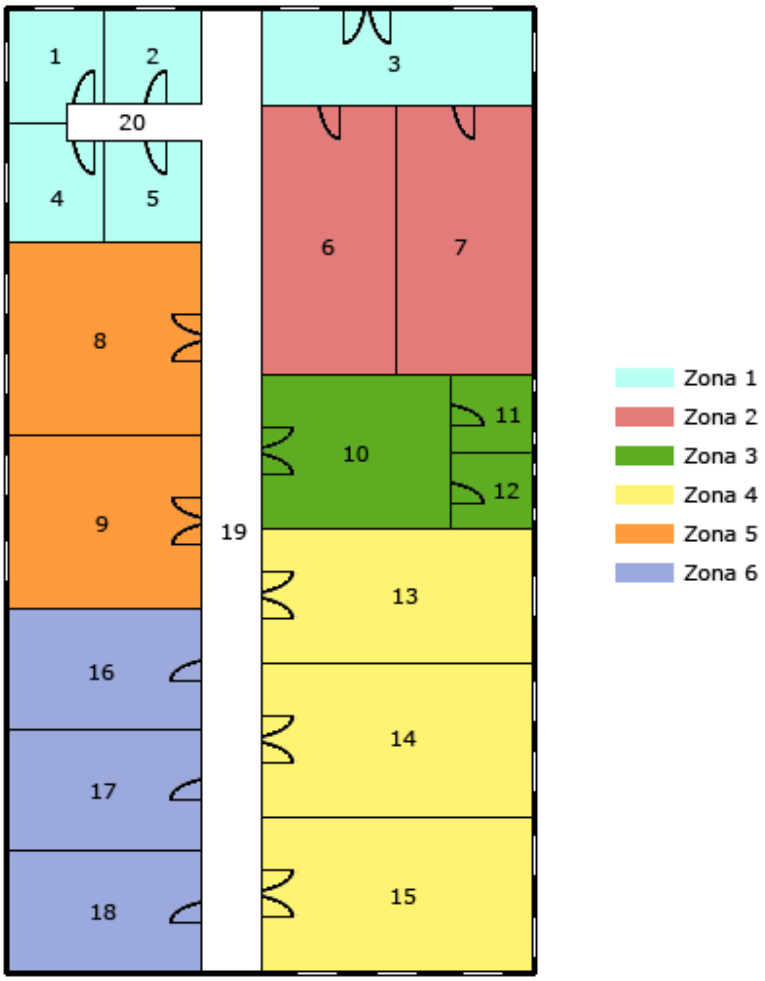


Figura 7. *Esquema del plànol de zonificació.*

5.2. Sistemes de calefacció emprats

S'utilitzaran diferents sistemes que canviaran d'una zona a una altra.

5.2.1. Calefacció per aigua calenta

Consisteix en escalfar aigua en una caldera i transportar-la mitjançant un sistema de canonades amb bomba hidràulica fins a les terminals que emeten calor a l'ambient per convecció i radiació.

Els terminals que s'empraran son els fan-coils, que també s'empraran en la refrigeració de l'edifici.

Cada fan-coil disposarà dels següents tubs:

- 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.

A més, disposaran de presa d'aire de ventilació, per millorar la qualitat de l'aire interior.

Un fan-coil disposa dels 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 calefacció es realitzarà a la zona u i a la zona tres, ja que són les zones a on no es realitzaran activitats físiques.

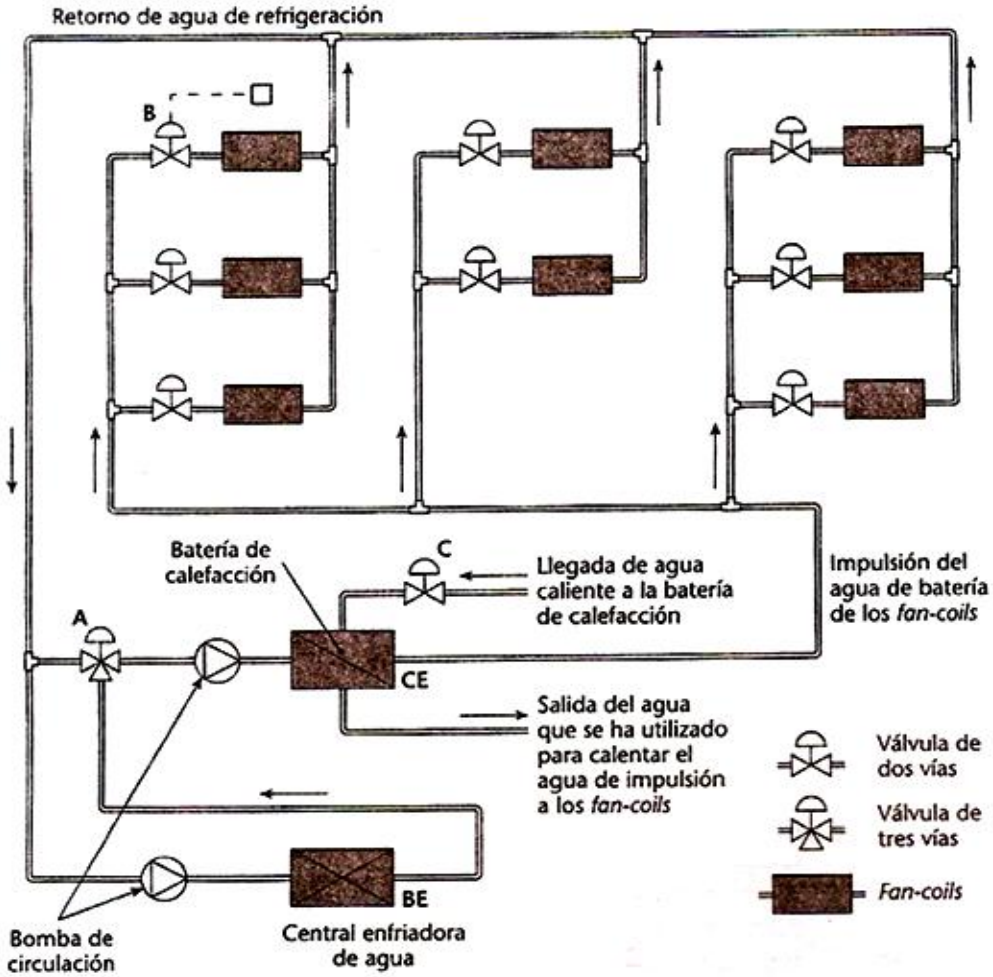


Figura 8. *Esquema d'instal·lació de fan-coils de dos tubs per a calefacció i refrigeració.*

5.2.2. Calefacció per aire

Consisteix en introduir en el local aire en les condicions desitjades per tal d'obtenir unes condicions de confort idònies.

Per tal d'aconseguir-ho, l'aire s'escalfa i s'humidifica (l'ordre pot variar) abans d'introduir-lo al local.

Els aeroescalfadors funcionen gràcies a uns ventiladors que distribueixen l'aire calent per unes reixetes ubicades a cada habitacle.

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 fan-coils.

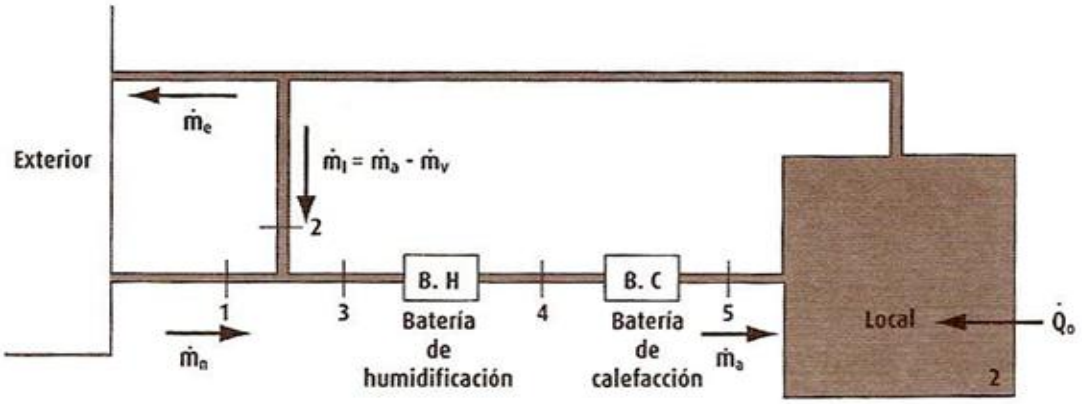


Figura 9. *Esquema del procés d'acondicionament típic d'hivern.*

5.2.3. Central de producció de calor

La central de producció de calor estarà formada per grups de caldera-cremador que ajudaran a calefactar el gimnàs i a escalfar l'aigua calenta sanitària.

5.3. Sistemes de refrigeració emprats

Els sistemes de refrigeració també es classificaran de dues maneres.

5.3.1. Refrigeració aire-aigua

S'aprofitaran els emissors de calefacció ja que s'utilitzaran fan-coils de dos tubs.

S'instal·laran tants com siguin necessaris per tal d'acomplir amb la potència indicada a la taula 19.

Les zones amb aquest tipus de refrigeració seran la u i la tres, per el mateix motiu que en la calefacció: no es realitzen activitats esportives en elles.

5.3.2. Refrigeració per aire

Aquest tipus de refrigeració 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.

El sistema que s'emprarà serà el de volum d'aire variable (VAV). Aquest tipus de sistema regula la quantitat de cabal que arriba a cada habitacle en funció de les necessitats del mateix sense necessitat de variar la temperatura de l'aire d'entrada.

Aquest sistema no treballa gaire bé si es produeixen davallades de cabal en moltes zones del circuit alhora, però aquesta situació no es preveu degut a les activitats que tenen lloc al gimnàs.

Les zones a on s'instal·larà aquest tipus de refrigeració són la dos, la quatre la cinc i la sis.

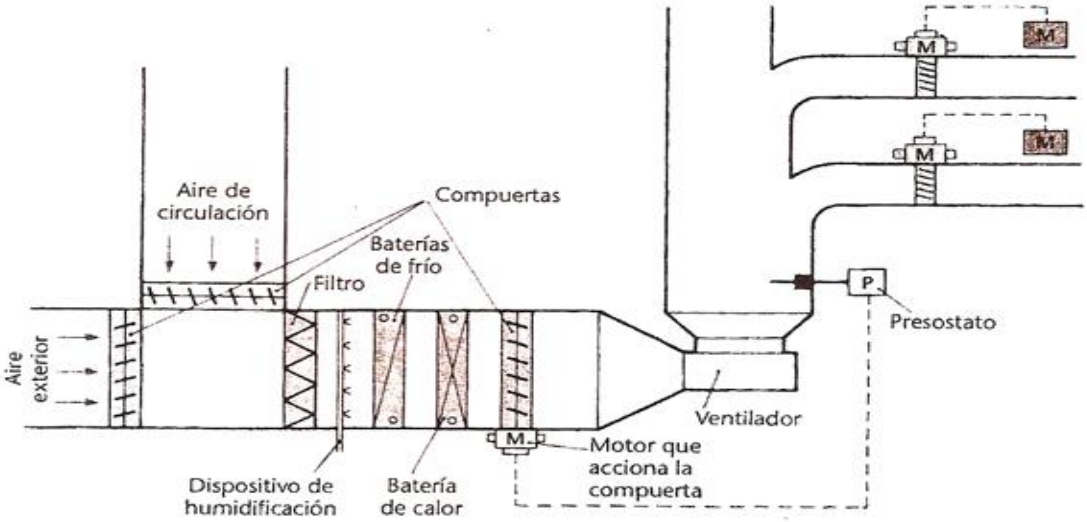


Figura 10. *Esquema sistema VAV.*

5.3.3. Central de producció de fred

La central de producció de fred estarà formada per màquines refredadores amb un nivell sonor baix, per tal d'acomplir amb la normativa vigent en quant a producció de soroll. Estaran equipades amb compressors i dipòsits.

CAPÍTOL 6: 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.

6.1. Demanda d'aigua calenta sanitària

Segons el DB HE en la seva secció 4, en un gimnàs es consumeixen entre 20 i 25 litres d'aigua calenta sanitària a 60 ºC diaris per usuari.

Suposant que cada dia entren 250 usuaris, la demanda és de 5000 litres diaris.

6.2. Instal·lació solar

Els edificis estan obligats actualment pel CTE a que una part de l'aigua calenta sanitària que utilitzen s'obtingui mitjançant la contribució de l'energia solar.

En aquest cas, la contribució mínima que ha de fer la instal·lació solar és d'un 30 %, tenint en compte la demanda diària i la zona climàtica en la que es troba.

La instal·lació compta amb les següents parts:

- 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: en aquesta zona del circuit el fluid caloportador cedeix calor a l'aigua per tal d'escalfar-la.
- Sistema d'acumulació: 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, hi ha un sistema de recolzament.
  Aquest s'alimentarà mitjançant un combustible sòlid, com poden ser el propà, el gas natural o el gasoli.
- Sistema de control i regulació: que s'encarrega de que tot funcioni correctament.

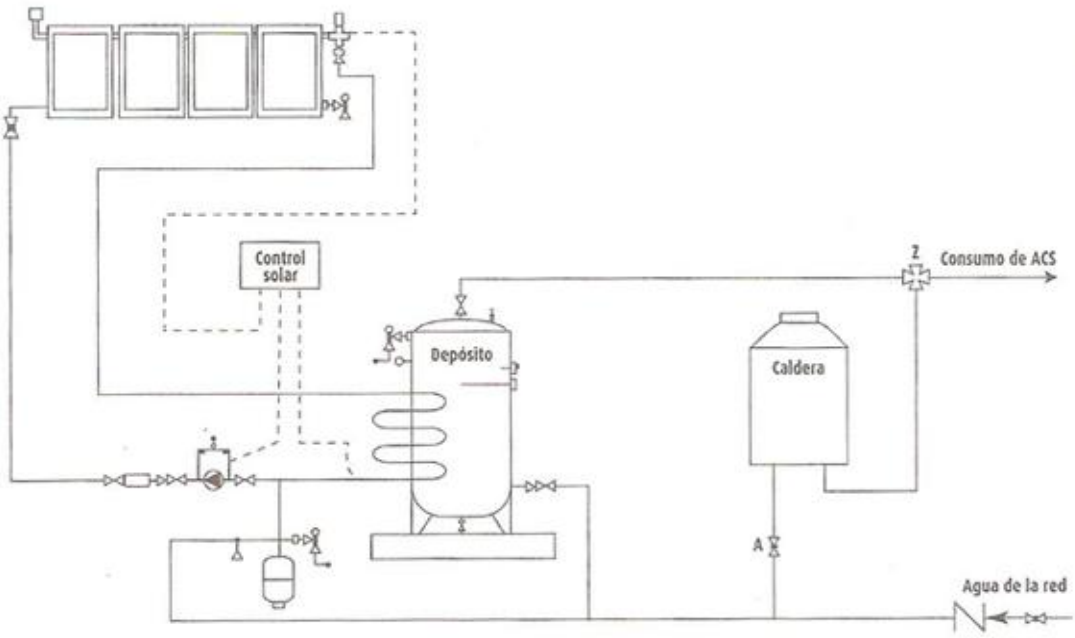


Figura 11. *Esquema hidràulic típic d'una instal·lació solar d'aigua calenta sanitària.*

El càlcul de la instal·lació es realitzarà durant el PFC2.

CAPÍTOL 7: PRESSUPOST APROXIMAT

Per tal de realitzar un pressupost aproximat, es tindran en compte els costos de la maquinària necessària i de la instal·lació de la mateixa en el recinte.

7.1. Instal·lació de climatització

7.1.1. Central de producció de calor

Taula 20. *Caldera instal·lada per calefacció i ACS.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Caldera de peu a gas (B/N), per calefacció, càmera de combustió oberta i tir natural, potència de 30 kW (25.800 kcal/h), dimensions 596x707x850 mm, encesa electrònica i seguretat per ionització, sense flama pilot, equipament format per: cos de caldera de ferro fos, panell de control i comandament, cremador multigas per a gas natural i propà, sensor de control de fums, bomba de circulació, manòmetre, vas d'expansió i vàlvula de seguretat.	1	5324	5324

Ut	Termòstat d'ambient.	1	21,34	21,34
m	Tub corbable de PVC, corrugat, de color negre, de 16 mm de diàmetre nominal, per a canalització encastada en obra de fàbrica (parets i sostres). Resistència a la compressió 320 N, resistència al impacte 1 joule, temperatura de treball -5°C fins 60°C, amb grau de protecció IP 545 segons UNE 20324, no propagador de la flama. Segons UNE-EN 50086-1 i UNE-EN 50086-2-2.	10	0,21	2,1
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la flama, amb conductor de coure classe 5 (-K) de 1,5 mm² de secció, amb aïllament de compost termoplàstic a força de poliolefina amb baixa emissió de fums i gasos corrosius (Z1), sent la seva tensió assignada de 450/750 V. Segons UNE 211002.	30,5	0,41	12,51
Ut	Reixeta plana d'alumini, amb recobriment, color blanc, de 150x150 mm.	4	0,78	3,12
Ut	Material auxiliar per instal·lacions de calefacció.	1	1,68	1,68
h	Oficial 1ª calefactor.	3,658	24,55	89,8
h	Ajudant calefactor.	3,658	21,07	77,07
h	Oficial 1ª electricista.	0,915	24,55	22,46
h	Ajudant electricista.	0,915	21,07	19,28
%	Mitjans auxiliars	2	250,36	5,01
%	Costos indirectes	3	255,37	7,66
Cost de manteniment decennal: 1.507,45 € en els primers 10 anys.			Total:	5586,03

7.1.2. Central de producció de fred

Taula 21. *Refredadors instal·lats per la refrigeració.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Refredadora d'aigua versió silenciada de 38 kW de potència	1	3275	3275
Ut	Refredadora d'aigua versió silenciada de 24 kW de potència	2	2145	4290
Ut	Refredadora d'aigua versió silenciada de 16 kW de potència	1	1930	1930
Ut	Vàlvula de tres vies amb bypass (4 vies), model VMP469.10-1 "HIDROFIVE", amb actuador STA71HDF; inclús connexions i muntatge.	4	100	400
h	Oficial 1ª instal·lador de climatització.	14,62	24,55	358,82
h	Ajudant instal·lador de climatització.	14,62	21,07	307,96
%	Mitjans auxiliars	2	1074,78	21,5
%	Costos indirectes	3	1096,28	32,89
Cost de manteniment decennal: 2.072,97 € en els primers 10 anys.			Total:	10616,17

7.1.3. Emissors

Taula 22. *Fancoils de dos tubs.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Fancoil vertical amb envoltant, model Major CV 1D 333 "CIATESA", sistema de dos tubs, potència frigorífica total nominal de 4,77 kW (temperatura humida d'entrada de l'aire: 19°C; temperatura d'entrada de l'aigua: 7°C, salt tèrmic: 5°C), potència calorífica nominal de 5,57 kW (temperatura d'entrada de l'aire: 20°C; temperatura d'entrada de l'aigua: 50°C), de 7 velocitats amb 3	5	595,92	2979,6

	d'elles cablejades des de fàbrica, cabal d'aigua nominal de 0,965 m³/h, cabal d'aire nominal de 735 m³/h i potència sonora nominal de 57 dBA; inclús transport fins a peu d'obra sobre camió.			
Ut	Vàlvula de tres vies amb bypass (4 vies), model VMP469.10-1,6 "HIDROFIVE", amb actuador STA71HDF; inclús connexions i muntatge.	5	165	825
Ut	Vàlvula d'esfera de llautó niquelat per roscar de 1/2".	10	4,13	41,3
h	Oficial 1ª instal·lador de climatització.	18,85	24,55	462,77
h	Ajudant instal·lador de climatització.	18,85	21,07	397,17
%	Mitjans auxiliars	2	4705,8	94,12
%	Costos indirectes	3	4800	144
	Cost de manteniment decennal: 276,86 € en els primers 10 anys.		Total:	4943,96

Taula 23. *Unitats de tractament d'aire per a calefacció.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Unitat de tractament d'aire, per a col·locació en fals sostre, Hydronic CTB2-H 15/FG2 "CIATESA", amb bateria d'aigua calenta de coure/alumini de 2 files, de baixa altura (380 mm), carrosseria exterior pintada en verd (RAL 5018) i gris (RAL 7024), panell sandvitx amb aïllament de llana de roca M0 de 25 mm d'espessor, ventilador centrífug d'acoblament directe monofàsic de 230 V, filtre gravimètric plisat G4 amb tractament antimicrobià.	3	4251	12753
Ut	Vàlvula de tres vies amb bypass (4 vies), model VMP469.10-1 "HIDROFIVE", amb actuador STA71HDF; inclús connexions i	3	100	300

	muntatge.			
h	Oficial 1ª instal·lador de climatització.	10,96	24,55	269,12
h	Ajudant instal·lador de climatització.	10,96	21,07	230,97
%	Mitjans auxiliars	2	803,09	16,06
%	Costos indirectes	3	819,15	24,57
Cost de manteniment decennal: 962,52 € en els primers 10 anys.			Total:	13593,72

Taula 24. *Unitats de tractament d'aire per a refrigeració.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Unitat de tractament d'aire, per a col·locació en fals sostre, Hydronic CTB2-H 60/FG6 "CIATESA", amb bateria d'aigua freda de 3 files de coure/alumini amb separador de gotes estàndard de malla metàl·lica, de baixa altura (380 mm), carrosseria exterior pintada en verd (RAL 5018) i gris (RAL 7024), panell sandvitx amb aïllament de llana de roca M0 de 25 mm d'espessor, ventilador centrífug d'acoblament directe monofàsic de 230 V, filtre gravimètric plisat G4 amb tractament antimicrobià.	4	5090	20360
Ut	Vàlvula de tres vies amb bypass (4 vies), model VMP469.10-1 "HIDROFIVE", amb actuador STA71HDF; inclús connexions i muntatge.	4	100	400
h	Oficial 1ª instal·lador de climatització.	14,62	24,55	358,82
h	Ajudant instal·lador de climatització.	14,62	21,07	307,96
%	Mitjans auxiliars	2	1074,78	21,5
%	Costos indirectes	3	1096,28	32,89

Cost de manteniment decennal: 2.072,97 € en els primers 10 anys.	Total:	21481,17

7.2. Instal·lació d'aigua calenta sanitària

Taula 25. *Instal·lació dels captadors solars.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Captador solar tèrmic pla, especial per a piscines, de polipropilè, amb panell de 1200x2980 mm i superfície útil: 3,6 m².	15	424,13	6361,95
Ut	Kit d'instal·lació per a mòduls de captador solar tèrmic de plàstic.	1	105,3	105,3
Ut	Vàlvula d'esfera de llautó niquelat per roscar de 1".	2	9,81	19,62
Ut	Vàlvula de seguretat especial per a aplicacions d'energia solar tèrmica, per a una temperatura de treball de -30°C a +130°C.	1	38,8	38,8
Ut	Purgador automàtic, especial per a aplicacions d'energia solar tèrmica, equipat amb vàlvula d'esfera i càmera d'acumulació de vapor.	1	72,75	72,75
l	Líquid per a farciment de captador solar tèrmic, per a una temperatura de treball de -28°C a +200°C.	75	3,97	297,75
h	Oficial 1ª muntador.	41,156	24,55	1010,38
h	Ajudant muntador.	41,156	21,1	868,39
%	Mitjans auxiliars	2	8774,94	175,5
%	Costos indirectes	3	8950,44	268,51
Cost de manteniment decennal: 7.006,40 € en els primers 10 anys.			Total:	9218,95

7.3. Elements de control

Taula 26. *Sistema de control de calefacció i ACS.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Centraleta de control de tipus diferencial per sistema de captació solar tèrmica, amb protecció contra sobretemperatura del captador, indicació de temperatures i errada tècnica, i pantalla LCD retroil·luminada.	1	217,43	217,43
Ut	Sonda de temperatura per centraleta de control per sistema de captació solar tèrmica.	2	14,63	29,26
h	Oficial 1ª instal·lador de climatització.	9,146	24,55	224,53
h	Ajudant instal·lador de climatització.	9,146	21,07	192,71
%	Mitjans auxiliars	2	663,93	13,28
%	Costos indirectes	3	677,21	20,32
Cost de manteniment decennal: 244,14 € en els primers 10 anys.			Total:	697,53

Taula 27. *Sistema de control de refrigeració.*

Ud	Descomposició	Quantitat	Preu per unitat [€]	Preu partida [€]
Ut	Controlador de planta (BC), "HIDROFIVE", amb capacitat de gestionar fins a 60 fancoils via bus de comunicacions configurable per a 2 tubs només fred o només calor, 2 tubs fred i calor amb o sense suport de resistències elèctriques i 4 tubs.	1	502	502
Ut	Adaptador de refrigeradora (relé + bornes), "HIDROFIVE".	1	47	47
Ut	Transformador per a controlador de planta, "HIDROFIVE".	1	58	58

Ut	Sonda de temperatura exterior per a controlador de planta, "HIDROFIVE".	1	38	38
Ut	Caixa de PVC per a controlador de planta, de 380x300x120 mm, "HIDROFIVE".	1	75	75
Ut	Alimentador de bus, ACX95.320/ALG "HIDROFIVE".	1	425	425
Ut	Interfície home-màquina (HMI), ACX84.910 "HIDROFIVE", per a visualització i configuració, amb pantalla LCD il·luminada, amb 8 línies de text en multi llenguatge (inclòs castellà).	1	502	502
m	Cable de bus de comunicacions d'un parell, de 1 mm² de secció, trenat de 5 voltes per metre.	100	5,2	520
h	Oficial 1ª instal·lador de climatització.	1,866	24,55	45,81
h	Ajudant instal·lador de climatització.	1,866	21,07	39,32
%	Mitjans auxiliars	2	1751,13	35,02
%	Costos indirectes	3	1786,15	53,58
Cost de manteniment decennal: 1.128,55 € en els primers 10 anys.			Total:	2340,73

7.4. Total

Taula 28. *Pressupost total aproximat.*

Element	Preu [€]
Instal·lació de climatització	56221,05
Instal·lació d'aigua calenta sanitària	9218,95
Elements de control	3038,26
Total	68478,26

CAPÍTOL 8: CONCLUSIONS

Durant aquest PFC1 ha estat realitzat el primer pas per a la realització del projecte.

Per començar, els materials d'obra han estat escollits amb transmitàncies tèrmiques baixes, per tal que acomplissin el reglament i que fessin que les càrregues tèrmiques finals tant d'hivern com d'estiu fossin baixes, evitant malgastar energia innecessàriament.

S'han realitzat els càlculs de les càrregues tèrmiques de calefacció i refrigeració, posant especial èmfasis a la ventilació ja que l'aire en locals tancats a on es practica esport tendeix a viciar-se molt ràpidament.

S'han estudiat diversos sistemes de climatització, amb especial vehemència als sistemes que inclouen aire, per tal de realitzar una millor ventilació. Els sistemes aigua-aire amb fan-coils han estat escollits per a les zones sense activitats esportives i els sistemes tot aire han predominat en les zones amb activitats físiques.

Per últim, s'ha estudiat com haurà de ser l'ajut de la instal·lació solar a l'hora d'escalfar l'aigua calenta sanitària, com obliga el CTE.

Durant el PFC2 es realitzaran tots els càlculs de les instal·lacions pertinents per climatitzar el local definitivament, així com per a adequar el sistema d'aigua calent sanitària.

Així doncs, les bases pel PFC2 estan aquí establertes i aquest podrà evolucionar segons les dificultats que vagin sorgint durant la seva realització.

CAPÍTOL 9: BIBLIOGRAFIA

9.1. 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.

9.2. Bibliografia de consulta

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

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

9.3. Normativa

Código Técnico de la Edificación (CTE).

Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

CAPÍTOL 10:

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.* 13

Figura 3. *Tancament tipus B amb aïllament Colover.* 19

Figura 4. *Forjat amb volta ceràmica.* 21

Figura 5. *Parquet amb aïllament IBR-Isover.* 23

Figura 6. *Finestra de triple vidre (Climati).* 27

Figura 7. *Esquema del plànol de zonificació.* 42

Figura 8. *Esquema d'instal·lació de fan-coils de dos tubs per a calefacció i refrigeració.* 43

Figura 9. *Esquema del procés d'acondicionament típic d'hivern.* 44

Figura 10. *Esquema sistema VAV.* 45

Figura 11. *Esquema hidràulic típic d'una instal·lació solar d'aigua calenta sanitària.* 48

CAPÍTOL 11: SUMARI DE TAULES

Taula 1. *Àrees i volums dels habitacles.* 13
Taula 2. *Temperatures interiors d'hivern de projecte.* 15
Taula 3. *Temperatures interiors d'estiu de projecte.* 15
Taula 4. *Categoria de l'aire exterior a cada habitacle.* 17
Taula 5. *Superfície de murs exteriors.* 19
Taula 6. *Superfície de murs interiors.* 20
Taula 7. *Superfície ocupada pel sostre.* 22
Taula 8. *Superfície ocupada pel terra.* 23
Taula 9. *Superfície de portes de fusta.* 24
Taula 10. *Superfície de portes de vidre sense fusteria.* 25
Taula 11. *Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria.* 25
Taula 12. *Superfície de portes de vidre amb cambra d'aire Primalit.* 26
Taula 13. *Superfície de portes d'emergència.* 26
Taula 14. *Superfície de finestres grans.* 27
Taula 15. *Superfície de finestres petites.* 28
Taula 16. *Transmitància límit dels forats.* 29
Taula 17. *Càrrega tèrmica de calefacció total.* 32
Taula 18. *Càrrega tèrmica de climatització total.* 38
Taula 19. *Càrrega tèrmica de calefacció i refrigeració per zona.* 41
Taula 20. *Caldera instal·lada per calefacció i ACS.* 49
Taula 21. *Refredadors instal·lats per la refrigeració.* 51
Taula 22. *Fancoils de dos tubs.* 51

Taula 23. *Unitats de tractament d'aire per a calefacció.* 52
Taula 24. *Unitats de tractament d'aire per a refrigeració.* 53
Taula 25. *Instal·lació dels captadors solars.* 54
Taula 26. *Sistema de control de calefacció i ACS.* 55
Taula 27. *Sistema de control de refrigeració.* 55
Taula 28. *Pressupost total aproximat.* 56