



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Química Ind. Pla 2002

Títol: Estudi de la recuperació de la calor de les aigües residuals urbanes per la climatització d'una piscina

Document: A. Annex de càlculs

Alumne: Albert Fàbrega Coll

Director/Tutor: Xavier Llauró Fabregas

Departament: Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària

Àrea: Enginyeria Química

Convocatòria (mes/any): Setembre 2012

ÍNDIX

A.	ANNEX DE CÀLCULS	11
A.1.	Càlcul de la conductivitat tèrmica dels tancaments de la instal·lació	11
A.2.	Càlcul de la despesa energètica de la sala de la piscina.....	14
A.2.1.	Càlcul de les pèrdues del vas de la piscina.....	15
A.2.1.1.	Càlcul de les pèrdues de calor per la deshumificació de l'aire ambient de la sala	15
A.2.2.	Càlcul de les pèrdues de calor en l'aigua del vas de la piscina.....	17
A.2.2.1.	Pèrdua per evaporació	17
A.2.2.2.	Càlcul de la pèrdua per radiació.....	18
A.2.2.3.	Càlcul de les pèrdues o guanys per convecció.....	19
A.2.2.4.	Càlcul de les pèrdues per renovació.....	20
A.2.2.5.	Pèrdues per transmissió	21
A.2.2.6.	Càlcul dels guanys per radiació solar	25
A.2.2.7.	Càlcul del balanç energètic global del vas de la piscina	25
A.2.3.	Càlcul de la potència necessària per la posada en marxa del règim estacionari.....	26
A.2.4.	Càlcul de les pèrdues parcials de l'aire ambient de l'interior de la sala de la piscina.....	27
A.2.4.1.	Càlcul de les pèrdues de calor per transmissió dels tancaments.....	27
A.2.4.2.	Càlcul de les pèrdues per infiltracions d'aire	30
A.2.4.3.	Pèrdues per ventilació.....	32
A.2.5.	Càlcul de les pèrdues totals de l'aire interior de la sala de la piscina	33
A.2.6.	Càlcul de les necessitats de la deshumidificació de l'aire ambient interior de la piscina.....	36
A.2.7.	Càlcul de les necessitats energètiques de la sala de la piscina a l'estiu	40
A.3.	Càlcul de la despesa energètica per la producció d'aigua calenta sanitària (ACS).....	40

A.4.	Càlcul de les necessitats calorífiques de les sales annexes a la sala de la piscina.....	43
A.4.1.	Càlcul de les pèrdues de calor de les sales annexes.....	45
A.5.	Caldera de biomassa	58
A.5.1.	Característiques de la caldera de biomassa	59
A.5.2.	Regulació automàtica de la caldera de biomassa	62
A.6.	Bomba de calor.....	62
A.6.1.	Càlcul pel dimensionament de la bomba de calor	63
A.7.	Intercanviador de calor	69
A.7.1.	Introducció el dimensionament de l'intercanviador de calor	69
A.7.1.1.	El material i el perfil del clavegueram	69
A.7.1.2.	Pendent del clavegueram.....	70
A.7.1.3.	Reducció del rendiment de l'intercanviador per les biopel·lícules	70
A.7.1.4.	Interpretació de la demanda de calor.....	71
A.7.1.5.	Distribució temporal del cabal de les d'aigües residuals	73
A.7.1.6.	Equacions pel dimensionament de l'intercanviador	73
A.7.2.	Elecció dels panells d'intercanviadors de calor	74
A.8.	Unitat de condicionament de l'aire de la sala de la piscina.....	78
A.8.1.	Càlcul pel dimensionament del conductes d'aire.....	80
A.8.2.	Dimensionament del conducte d'impulsió de la sala de la piscina.....	82
A.8.3.	Dimensionament del conducte de retorn de la sala de la piscina.....	84
A.8.4.	Dimensionament dels conductes d'introducció i d'extracció de l'aire de l'exterior	87
A.8.5.	Dimensionat dels colzes	88
A.8.6.	Dimensionament del difusors.....	90
A.8.7.	Dimensionament de les reixes del conducte de retorn.....	92
A.8.8.	Dimensionament de les reixes dels conductes d'introducció i d'extracció de l'aire de l'exterior	93
A.8.9.	Resum de pèrdues de càrrega dels conductes d'aire de la instal·lació	96

A.9.	Fan-coils.....	98
A.9.1.	Elecció dels fan-coils per les sales annexes.....	99
A.9.2.	Càlcul pel dimensionament del fan-coil del Vestuari 1.....	99
A.9.3.	Càlcul pel dimensionament del fan-coil del vestuari 2.....	105
A.9.4.	Càlcul pel dimensionament del fan-coil del vestíbul i el passadís....	105
A.9.5.	Conjunt de fan-coils de les sales annexes.....	105
A.10.	Circuits hidràulics.....	106
A.10.2.	Càlcul pel dimensionament del circuit hidràulic de la caldera de biomassa.....	110
A.10.3.	Dimensionament del circuit hidràulic de la bomba de calor.....	113
A.10.4.	Dimensionament dels circuits hidràulics secundaris per escalfar l'aigua del vas de la piscina.....	115
A.10.5.	Dimensionament dels circuits hidràulics secundaris per escalfar l'aigua del per la producció d'ACS.....	117
A.10.6.	Dimensionament del circuit de distribució de l'ACS.....	119
A.10.7.	Circuit primari de l'intercanviador de calor del clavegueram.....	120
A.11.	Equips dels circuits hidràulics de la instal·lació.....	121
A.11.1.	Bomba de circulació.....	121
A.11.1.1.	Elecció de la bomba de circulació.....	121
A.12.	Bescanviador de calor.....	154
A.12.1.	Dimensionament del bescanviadors de placa de la instal·lació.....	155
A.12.1.1.	Bescanviadors de calor per escalfament de l'aigua del vas de la piscina.....	155
A.12.2.	Dimensionament dels bescanviador de calor per la producció ACS	159
A.13.	Vas expansió.....	162
A.13.1.	Dimensionament dels vasos d'expansió.....	162
A.13.1.1.	Vas d'expansió del circuit de la caldera de pèl·lets.....	163
A.13.1.2.	Vas d'expansió del circuit de les bombes de calor.....	164
A.13.1.3.	Vas d'expansió del circuit primari del clavegueram.....	165
A.13.2.	Elecció del vasos d'expansió de la instal·lació.....	166

A.13.3.	Informació proporcionada pel programa informàtic sobre els vasos expansió.....	166
A.14.	Dipòsits d'acumulació d'ACS	171
A.15.	Dipòsits d'inèrcia	172

ÍNDIX TAULES

Taula 1.	Característiques de la coberta exterior.....	11
Taula 2.	Característiques del tancament interior vertical.....	12
Taula 3.	Característiques del tancament exterior vertical.....	12
Taula 4.	Característiques del tancament del terra de la planta principal.....	13
Taula 5.	Característiques del tancament de les parets laterals del vas de la piscina.....	13
Taula 6.	Característiques del tancament de la solera del vas de la piscina.....	14
Taula 7.	Característiques de la porta.....	14
Taula 8.	Dades de disseny de la sala de la piscina.....	15
Taula 9.	Humitat absoluta (kg_{aigua}/kg_{aire}) de l'aire saturat segons la temperatura ($^{\circ}C$).....	16
Taula 10.	Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de l'evaporació amb manta i sense manta.....	18
Taula 11.	Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de convecció.....	20
Taula 12.	Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de renovació.....	21
Taula 13.	Superfície en m^2 de la solera i les parets del vas.....	22
Taula 14.	Temperatura ($^{\circ}C$) del terreny segons el mes.....	23
Taula 15.	Temperatura dels tancaments del vas de la piscina (K) al llarg de l'any.....	23
Taula 16.	Estimació de les pèrdues de calor per transmissió.....	24
Taula 17.	Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de transmissió.....	24
Taula 18.	Resum de les estimacions de la despesa energètica de les pèrdues del vas.....	26
Taula 19.	Pèrdues de calor per transmissió de la sala de la piscina.....	30
Taula 20.	Coeficients d'infiltració per als diferents tipus d'esclètxes.....	31
Taula 21.	Coeficient característic de l'edifici.....	32
Taula 22.	Graus-dia de calefacció 27/27.....	35
Taula 23.	Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques de calefacció per a la sala piscina.....	35
Taula 24.	Dades climàtiques de l'any 2010 del municipi de Banyoles.....	38
Taula 25.	Resultats de l'aigua que s'ha d'eliminar per la unitat de condicionament de l'aire de la piscina.....	39
Taula 26.	Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per escalfar l'ACS.....	43
Taula 27.	Característiques de les sales annexes.....	44
Taula 28.	Cabals d'aire exterior per unitat de superfície de locals no dedicats a ocupació humana permanent. El cabal d'aire s'expressa en $dm^3/(s \cdot m^2)$	44
Taula 29.	Cabals mínims de ventilació d'aire de l'exterior (l/s).....	45
Taula 30.	Necessitats calorífiques (kW) del vestidor 1.....	49
Taula 31.	Necessitats calorífiques (kW) del vestidor 2.....	52
Taula 32.	Necessitats calorífiques (kW) del vestibul i el passadís.....	55
Taula 33.	Pèrdues de calor (kW) de les sales annexes.....	55
Taula 34.	Graus-dia de calefacció 23/23.....	57
Taula 35.	Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques de calefacció per les sales annexes.....	58
Taula 36.	Necessitats cobertes (kW) per la caldera de biomassa.....	58
Taula 37.	Característiques tècniques de la caldera de biomassa Herz BioMatic300.....	59
Taula 38.	Dimensions en de la caldera de biomassa Herz BioMatic 300.....	60
Taula 39.	Necessitats cobertes (kW) per la bomba de calor.....	62
Taula 40.	Característiques de la bomba de calor Dimplex WI 90CG.....	63
Taula 41.	Resum de les característiques de les bombes de calor aigua-aigua de la instal·lació.....	68
Taula 42.	Resum de les característiques de les bombes de calor aigua-aigua de la instal·lació.....	69
Taula 43.	Resum de les característiques de l'intercanviador del clavegueram.....	78
Taula 44.	Càlculs teòrics dels trams del conducte impulsíu.....	83
Taula 45.	Càlculs dels conductes a partir de diàmetres comercials.....	83
Taula 46.	Dimensionament del conducte de retorn.....	84
Taula 47.	Dimensionament del conducte de retorn.....	87
Taula 48.	Dimensionament del conducte d'introducció i d'extracció d'aire de l'exterior.....	88

Taula 49. Longitud equivalent del colzes del conducte circular.	89
Taula 50. Longituds equivalents dels colzes rectangulars.	90
Taula 51. Característiques del difusor.	91
Taula 52. Característiques de les reixes.	92
Taula 53. Dimensionament de les reixes exteriors.	94
Taula 54. Pèrdues de càrrega lineals i singulars de tots els trams.	97
Taula 55. Pèrdues de càrrega que han de suportar els ventiladors de la unitat de condicionament.	98
Taula 56. Necessitats calorífiques (kW) de les sales annexes.	99
Taula 57. Característiques del fan-coil Ferroli VM-F model 120.	99
Taula 58. Característiques del fan-coil.	105
Taula 59. Característiques del fan-coil.	105
Taula 60. Característiques del fan-coil.	105
Taula 61. Fan-coils segons les sales annexes.	106
Taula 62. Diàmetre mínim (mm) de les canonades de buidat segons la potència del generador de calor (kW).	109
Taula 63. Equivalència d'espessor (mm) entre el RITE i el model d'aïllant SH de la marca Armaflex segons la temperatura del fluid (°C).	110
Taula 64. Resultats del circuit hidràulic de la caldera de biomassa.	111
Taula 65. Resum dels valors del circuit primari de la caldera de biomassa.	113
Taula 66. Resultats del circuit hidràulic de la bomba de calor.	114
Taula 67. Resum dels valors del circuit primari de la bomba de calor.	115
Taula 68. Resultats dels circuits hidràulics per cobrir les necessitats del vas de la piscina.	116
Taula 69. Resum dels valors dels circuits secundari per cobrir les necessitats del vas.	117
Taula 70. Resultats dels circuits hidràulics per cobrir les necessitats per la producció d'ACS.	118
Taula 71. Resum dels valors dels circuits secundari per la producció ACS.	119
Taula 72. Resum dels valors del circuit hidràulic de distribució d'ACS.	119
Taula 73. Resum dels valors dels circuits de la distribució d'ACS.	120
Taula 74. Resum dels valors del circuit hidràulic del circuit primari de l'intercanviador del clavegueram.	120
Taula 75. Resum dels valors del circuit primari de l'intercanviador del clavegueram.	120
Taula 76. Bombes de circulació de la instal·lació.	122
Taula 77. Volum del circuit de la caldera de pèl·lets.	164
Taula 78. Característiques del vas d'expansió del circuit de la caldera de biomassa.	164
Taula 79. Volum del circuit de la bomba de calor.	164
Taula 80. Característiques del vas d'expansió del circuit de les bombes de calor.	165
Taula 81. Volum del circuit de l'intercanviador del clavegueram.	165
Taula 82. Característiques del vas d'expansió del circuit primari de l'intercanviador del clavegueram. ...	166
Taula 83. Vasos d'expansió de la instal·lació.	166
Taula 84. Característiques dels dipòsits d'acumulació d'ACS.	171
Taula 85. Condicions de disseny del dipòsit d'inèrcia de la caldera de pèl·lets.	173
Taula 86. Característiques del dipòsit d'inèrcia dels models de la sèrie IDROGAS.	174
Taula 87. Condicions de disseny del dipòsit d'inèrcia de la caldera de pèl·lets.	174

ÍNDIX FIGURES

Figura 1. Diagrama psicomètric.	36
Figura 2. Diagrama psicomètric.	48
Figura 3. Dimensions de la caldera de biomassa Herz BioMatic300.	60
Figura 4. Esquema de la caldera de biomassa Herz BioMatic.	61
Figura 5. Gràfic per conèixer la potència tèrmica de la bomba de calor Dimplex WI 90CG.	64
Figura 6. Gràfic per conèixer el consum de potència de la bomba de calor Dimplex WI 90CG.	65
Figura 7. Gràfic per conèixer el coeficient de rendiment (COP) de la bomba de calor Dimplex WI 90CG.	66
Figura 8. Gràfic per conèixer les pèrdues de pressió en l'evaporador de la bomba de calor Dimplex WI 90CG.	67
Figura 9. Gràfic per conèixer les pèrdues de pressió en el condensador de la bomba de calor Dimplex WI 90CG.	68
Figura 10. Diferents dissenys d'intercanviadors de l'empresa Rabtherm.	70
Figura 11. Rendiment relatiu de transferència de calor amb respecte a l'eficàcia de l'intercanviador de calor net (%) en funció de l'invers del factor d'obstrucció. (Vgl. Wanner, O. et al. (2003b), S.4).	71
Figura 12. Corba de la carga anual de demanda de calor.	72
Figura 13. Secció de l'intercanviador de clavegueram.	75
Figura 14. Especificacions i funcionament de la unitat de condicionament de l'aire i l'aigua amb recuperació de la calor (Calorex HRD).	79
Figura 15. Esquema en planta del sistema de conductes d'aire per la climatització de la sala de la piscina.	80
Figura 16. Àbac de les pèrdues de carga ΔP en mm.c.a. per conductes circulars rectilinis d'acer inoxidable.	82
Figura 17. Correspondència de conductes d'acer inoxidable rectangulars a circulars.	85
Figura 18. Correspondència de conductes d'acer inoxidable rectangulars a circulars.	86
Figura 19. Colze suau de 90°.	89
Figura 20. Dimensions principals d'un colze rectangular.	89
Figura 21. Diagrama per dimensionar el difusor.	91
Figura 22. Diagrama pel dimensionament de les reixes de retorn.	93
Figura 23. Diagrama de selecció de les reixes.	95
Figura 24. Dimensions fan-coil Ferroli VM-F model 120.	99
Figura 25. Esquema de cabals en el punt de barreja.	100
Figura 26. Diagrama per conèixer les prestacions de calefacció del fan-coil.	101
Figura 27. Diagrama per conèixer les prestacions de calefacció de la bateria suplementària 1R.	102
Figura 28. Pèrdua de carga segons el cabal d'aigua.	103
Figura 29. Pèrdua de carga segons el cabal d'aigua.	104
Figura 30. Àbac pel càlcul de les canonades de coure.	107
Figura 31. Cabals dels conductes d'aigua impulsió del circuit primari de la caldera de biomassa.	111
Figura 32. Cabals dels conductes d'aigua impulsió del circuit primari de la bomba de calor.	113
Figura 33. Cabals dels conductes d'aigua impulsió del circuit secundari per cobrir les necessitats del vas de la piscina.	116
Figura 34. Cabals dels conductes d'aigua impulsió del circuit secundari per cobrir les necessitats de la producció d'ACS.	118
Figura 35. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - conjunt de fan-coils).	123
Figura 36. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - conjunt de fan-coils).	123
Figura 37. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - conjunt de fan-coils).	124
Figura 38. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador del vas de la piscina).	125
Figura 39. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador del vas de la piscina).	125

Figura 40. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador del vas de la piscina).	126
Figura 41. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador de l'ACS).	127
Figura 42. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador de l'ACS).	127
Figura 43. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador de l'ACS).	128
Figura 44. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bateria de la unitat de condicionament de l'aire de la piscina).	129
Figura 45. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bateria de la unitat de condicionament de l'aire de la piscina).	129
Figura 46. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bateria de la unitat de condicionament de l'aire de la piscina).	130
Figura 47. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Caldera de biomassa - col·lector de la caldera de biomassa).	131
Figura 48. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Caldera de biomassa - col·lector de la caldera de biomassa).	131
Figura 49. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Caldera de biomassa - col·lector de la caldera de biomassa).	132
Figura 50. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - conjunt de fan-coils).	133
Figura 51. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - conjunt de fan-coils).	133
Figura 52. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - conjunt de fan-coils).	134
Figura 53. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador del vas de la piscina).	135
Figura 54. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador del vas de la piscina).	135
Figura 55. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador del vas de la piscina).	136
Figura 56. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador de l'ACS).	137
Figura 57. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador de l'ACS).	137
Figura 58. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador de l'ACS).	138
Figura 59. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - col·lector de la bomba de calor).	139
Figura 60. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - col·lector de la bomba de calor).	139
Figura 61. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - col·lector de la bomba de calor).	140
Figura 62. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (Bomba de calor) - vas de la piscina).	141
Figura 63. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (Bomba de calor) - vas de la piscina).	141
Figura 64. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (Bomba de calor) - vas de la piscina).	142
Figura 65. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - vas de la piscina).	143
Figura 66. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - vas de la piscina).	143
Figura 67. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - vas de la piscina).	144

Figura 68. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (unitat de condicionament de l'aire de la piscina) - vas de la piscina).....	145
Figura 69. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (unitat de condicionament de l'aire de la piscina) - vas de la piscina).....	145
Figura 70. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (unitat de condicionament de l'aire de la piscina) - vas de la piscina).....	146
Figura 71. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (bomba de calor) - dipòsit ACS 1).....	147
Figura 72. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (bomba de calor) - dipòsit ACS 1).....	147
Figura 73. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (bomba de calor) - dipòsit ACS 1).....	148
Figura 74. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - dipòsit ACS 2).....	149
Figura 75. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - dipòsit ACS 2).....	149
Figura 76. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - dipòsit ACS 2).....	150
Figura 77. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Dipòsit ACS 2 - distribució d'ACS).....	151
Figura 78. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Dipòsit ACS 2 - distribució d'ACS).....	151
Figura 79. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Dipòsit ACS 2 - distribució d'ACS).....	152
Figura 80. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bomba de calor - intercanviador del clavegueram).....	153
Figura 81. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bomba de calor - intercanviador del clavegueram).....	153
Figura 82. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bomba de calor - intercanviador del clavegueram).....	154
Figura 83. Bescanviador de calor de plaques.....	155
Figura 84. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - aigua del vas de la piscina).....	156
Figura 85. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - aigua del vas de la piscina).....	157
Figura 86. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (bomba de calor - aigua del vas de la piscina).....	158
Figura 87. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - aigua del vas de la piscina).....	158
Figura 88. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - Dipòsit ACS 2).....	159
Figura 89. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - Dipòsit ACS 2).....	160
Figura 90. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (bomba de calor - Dipòsit ACS 1).....	161
Figura 91. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (bomba de calor - Dipòsit ACS 1).....	161
Figura 92. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la caldera de biomassa.....	167
Figura 93. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la caldera de biomassa.....	167
Figura 94. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la bomba de calor.....	168
Figura 95. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la bomba de calor.....	169
Figura 96. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic primari de l'intercanviador de calor del clavegueram.....	170

Figura 97. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic primari de l'intercanviador de calor del clavegueram. 170

Figura 98. Dipòsit d'acumulació d'ACS Model IMVX RB 172

Figura 99. Dipòsits d'inèrcia de la sèrie IDROGAS. 173

A. ANNEX DE CÀLCULS

A.1. Càlcul de la conductivitat tèrmica dels tancaments de la instal·lació

Per calcular i determinar que els tancaments del edifici de la instal·lació de la piscina coberta compleix la "Limitació de Demanda Energètica establerta en el Document Bàsic de la Habitabilitat i Energia del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE-HE1)" s'ha utilitzat el programa informàtic patrocinat pel "Ministeri de Habitatge i per d'Institut per la Diversificació i Estalvi de la Energia (IDEA)" anomenat LIDER. Amb el programa LIDER s'ha establert la composició de cada un dels tancaments de la planta principal de l'edifici, s'han determinat els valor de conductivitat tèrmica (U) de cada un d'ells i definit els valors d'espessor dels materials (m).

- Pel tancament de la coberta exterior

S'ha determinat un valor de conductivitat tèrmica (U) de **0,17 W/m²K** per la coberta exterior i establert l'espessor dels seus materials (Taula 1).

Taula 1. Característiques de la coberta exterior. Valor de conductivitat tèrmica (U; W/m²K) obtingut i valors espessor (metres) establerts per cada un dels materials del tancament de la coberta exterior.

Nom	U (W/m ² K)
Tancament de la coberta exterior	0,17
Material	Espessor (m)
Argila expandida	0,03
Formigó en massa 2000<d<2300	0,03
EPS Poliestirè expandit (0,029 W/m ² K)	0,15
FU Entrebogat de formigó lleuger	0,25
Placa de guix laminat [PYL]	0,01

- Pel tancament interior vertical

L'espessor dels materials establerta pel tancament interior vertical es resumeixen en la següent taula, així com una U de **0,85 W/m²K** obtinguda (Taula 2):

Taula 2. Característiques del tancament interior vertical. Valor de conductivitat tèrmica (U ; W/m^2K) obtingut i valors espessor (metres) establerts per cada un dels materials del tancament interior vertical.

Nom	U (W/m^2K)
Tancament vertical interior	0,85
Material	Espessor (m)
Placa de guix laminat [PYL]	0,01
EPS Poliestirè expandit ($0,029 W/m^2K$)	0,01
Envà de LH Triple [100mm <E< 110 mm]	0,1
EPS Poliestirè expandit ($0,029 W/m^2K$)	0,01
Placa de guix laminat [PYL]	0,01

- **Pel tancament exterior vertical**

En el cas del tancament exterior vertical, la U determinada en funció de l'espessor (Taula 3) dels materials és de **$0,56 W/m^2K$** .

Taula 3. Característiques del tancament exterior vertical. Valor de conductivitat tèrmica (U ; W/m^2K) obtingut i valors espessor (metres) establerts per cada un dels materials del tancament exterior vertical.

Nom	U (W/m^2K)
Tancament vertical exterior	0,56
Material	Espessor (m)
Placa de guix laminat [PYL]	0,015
Envà de LH senzill [40 mm <E<60 mm]	0,04
EPS Poliestirè expandit ($0,029 W/m^2K$)	0,03
1 peu LP mètric o català 40 mm<G<60 mm	0,24
Morter de ciment o calç	0,02
Placa de guix laminat [PYL]	0,015

- **Pel tancament del terra de la planta principal**

L'espessor dels materials (Taula 4) del tancament del terra de la planta principal permet una U de **$0,48 W/m^2K$** .

Taula 4. Característiques del tancament del terra de la planta principal. Valor de conductivitat tèrmica (U; W/m²K) obtingut i valors espessor (metres) establerts per cada un dels materials del tancament del terra de la planta principal.

Nom	U (W/m ² K)
Tancament del terra de la planta principal	0,48
Material	Espessor (m)
Rajola ceràmica	0,01
Formigó armat d>2500	0,02
EPS Poliestirè expandit (0,029 W/m ² K)	0,045
BC amb morter convencional espessor 140 mm	0,14
Placa de guix laminat [PYL]	0,01

- **Pel tancaments de les parets del vas de la piscina**

Les característiques del tancament de les parets laterals del vas de la piscina descriuen U de **0,40 W/m²K** (Taula 5).

Taula 5. Característiques del tancament de les parets laterals del vas de la piscina. Valor de conductivitat tèrmica (U; W/m²K) obtingut i valors espessor (metres) establerts per cada un dels materials del tancament de les parets del vas de la piscina.

Nom	U (W/m ² K)
Tancament de les parets laterals del vas	0,40
Material	Espessor (m)
Rajola ceràmica	0,02
Formigó armat d>2500	0,02
EPS Poliestirè expandit (0,029 W/m ² K)	0,066
Formigó armat d>2500	0,070

- **Pel tancament de la solera del vas de la piscina**

El tancament de la solera del vas de la piscina té un valor d'U de **1,5 W/m²K** i els espessors dels seus materials es resumeixen a continuació (Taula 6):

Taula 6. Característiques del tancament de la solera del vas de la piscina. Valor de conductivitat tèrmica (U ; W/m^2K) obtingut i valors espessor (metres) establerts per cada un dels materials del tancament de la solera del vas de la piscina.

Nom	U (W/m^2K)
Tancament de la solera del vas	1,5
Material	Espessor (m)
Rajola ceràmica	0,02
Formigó armat $d>2500$	0,01
EPS Poliestirè expandit ($0,029 W/m^2K$)	0,014
Formigó armat $d>2500$	0,02

- Tancament de la porta

El tancament de la porta presenta una U de $3,28 W/m^2K$ (Taula 7).

Taula 7. Característiques de la porta. Valor de conductivitat tèrmica (U ; W/m^2K) obtingut per la porta.

Nom	U (W/m^2K)
Porta	3,28

A.2. Càlcul de la despesa energètica de la sala de la piscina

En l'estudi s'han marcat unes característiques de disseny de la sala de la piscina hipotètiques que inclouen les diferents superfícies de la sala, el volum del vas de la piscina, les temperatures i humitat a mantenir i l'aforament de la piscina. Aquestes dades (Taula 8) s'han utilitzat com a base pel càlcul de la despesa energètica associada a l'escalfament de l'aigua del vas i per la climatització de l'aire de l'interior de la sala de la piscina.

Taula 8. Dades de disseny de la sala de la piscina. Es mostren les dimensions (superfícies i volums) de la sala de la piscina, les temperatures i humitat fixades i l'aforament de la instal·lació, pel càlcul de la despesa energètica associada a l'escalfament del vas de la piscina i la climatització de la sala.

Característica	Unitat	Valor
Superfície total de la sala de la piscina	m ²	787,5
Superfície de làmina d'aigua	m ²	475
Superfície de platja	m ²	312,5
Volum del vas de la piscina	m ³	500
Temperatura mitjana ambiental interior	K / °C	300 / 27
Temperatura mitjana de l'aigua del vas	K / °C	298 / 25
Temperatura mínima de l'aire exterior	K / °C	267,9 / - 5,1
Temperatura mínima de l'aigua de xarxa	K / °C	278 / 5
Humitat relativa	%	65
Numero de persones de la piscina	persones	40
Numero de persones d'ocupació total de la sala (banyistes més espectadors)	persones	70

A.2.1. Càlcul de les pèrdues del vas de la piscina

A.2.1.1. Càlcul de les pèrdues de calor per la deshumificació de l'aire ambient de la sala

La necessitat energètica per la deshumificació de l'aire ambiental de la sala es veurà marcada principalment per l'evaporació de la làmina d'aigua, la qual serà major quant major sigui ocupació de la piscina. Existeixen multitud de fórmules per calcular la quantitat d'aigua evaporada en funció dels factors anteriorment mencionats. En el cas d'aquest projecte s'ha utilitzat una de les formules més usada, la **fórmula de Bernier**.

La fórmula de Bernier per piscines cobertes contempla la suma de dos termes: 1) el període en el que la piscina està sense agitació (coeficient 16) i 2) el període en el que la piscina està ocupada (coeficient 133n).

$$M_e = S_{pis} * ((16 + 133n) * (W_e - G_a * W_{as})) + 0,1 * Nt$$

On,

M_e és massa d'aigua evaporada (kg/h)

S_{pis} és la superfície de piscines (m²)

W_e és la humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'aigua (kg_{ag}/kg_a)

W_{as} és la humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'aire interior (kg_{ag}/kg_a)

G_a és el grau de saturació

n és el nombre de nedadors per m² de superfície de làmina d'aigua.

Nt és el nombre total d'ocupants (espectadors)

En la taula (Taula 9) es poden observar els valors de W_e i W_{as} que són de 0,0200 i 0,0225 respectivament.

Taula 9. Humitat absoluta (kg_{aigua}/kg_{aire}) de l'aire saturat segons la temperatura (°C)

T°C	Humitat absoluta: W(kg _{aigua} /kg _{aire})
20	0,0147
21	0,0155
22	0,0165
23	0,0177
24	0,0187
25	0,02
26	0,0213
27	0,0225

$$\begin{aligned}
 M_e &= S_{pis} * ((16 + 133n) * (W_e - G_a * W_{as})) + 0,1 * N \\
 &= 312,5 * ((16 + 133 \frac{40}{312,5}) * (0,02 - 0,65 * 0,0225)) + 0,1(70 - 40) = 58,47 \text{ kg/h}
 \end{aligned}$$

Utilitzant la fórmula de Bernier i amb les dades del disseny de la piscina establertes en l'estudi (Taula 8), s'ha calculat el valor de la **massa d'aigua evaporada (M_e)**. El valor de M_e en la piscina obtingut és de **58,47 kg/h**.

A.2.2. Càlcul de les pèrdues de calor en l'aigua del vas de la piscina

El càlcul de les pèrdues de calor en l'aigua del vas es calcula a partir de la següent equació:

$$Q_{tvas} = Q_e + Q_r - Q_c + Q_{re} + Q_k$$

A.2.2.1. Pèrdua per evaporació

En el procés d'evaporació de l'aigua del vas, s'absorbeix calor i en conseqüència es produeix un refredament de la resta de l'aigua que no s'evapora. La fórmula que defineix la pèrdua per evaporació és mostra a continuació:

$$Q_e = M_e * C_v$$

On,

Q_e és la pèrdua per l'evaporació

M_e és la d'aigua evaporada (kg/h)

C_v és la calor de vaporització de l'aigua (a 25°C és de 676 Wh/kg)

$$Q_e = M_e * C_v = 58,47 \text{ kg/h} * 676 \text{ Wh/kg} = 39525,72 \text{ W} = 39,53 \text{ kW}$$

$$Q_e = 39,53 \text{ kW} * 0,9 = 35,58 \text{ kW}$$

$$39525,72 \text{ W} / 312,5 \text{ m}^2 = 126,48 \text{ W/m}^2$$

Com s'observa el càlcul de la pèrdua per evaporació mostra una **Q_e** de **39,53 kW** en la piscina climatitzada d'aquest estudi.

La normativa actual del RITE (veure apartat 3.1) exigeix que en les piscines cobertes estiguin protegides amb una barrera tèrmica quan no estiguin en ús (fora de l'horari d'obertura al públic). Per això en aquest estudi s'ha considerat la instal·lació d'una manta tèrmica i s'ha contemplat en els càlculs reduint un 10% de les pèrdues de calor per l'evaporació de l'aigua del vas.

Les **pèrdues màximes per evaporació de l'aigua del vas** de la piscina de l'estudi es redueix per tant a **35,58 kW**.

També s'ha calculat l'estimació de la despesa mensual derivada de les pèrdues per evaporació en el vas (Taula 10).

Taula 10. Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de l'evaporació amb manta i sense manta. En la taula es reflecteixen els valors mensuals de d (dies que compren el mes) i Q_e (estimació de la despeses per evaporació expressades, en kWh/mes) sense manta i amb manta.

Mes	d (dia/mes)	Q (kWh/mes) sense manta	Q (kWh/mes) manta
Gener	31	29.410	26.469
Febrer	29	27.513	24.762
Març	31	29.410	26.469
Abril	30	28.462	25.615
Maig	31	29.410	26.469
Juny	30	28.462	25.615
Juliol	31	29.410	26.469
Agost	31	29.410	26.469
Setembre	30	28.462	25.615
Octubre	31	29.410	26.469
Novembre	30	28.462	25.615
Desembre	31	29.410	26.469
Estimació despesa energètica per les pèrdues per l'evaporació		347.232	312.508

A partir de l'estimació mensual de pèrdues s'ha calculat l'estimació de la despesa energètica per les pèrdues per l'evaporació anual, tenint en compte que la piscina de l'estudi inclou l'ús d'una manta tèrmica per reduir les pèrdues. Les **pèrdues per evaporació anuals** estimades són de **312.508 kWh/any**

A.2.2.2. Càlcul de la pèrdua per radiació

El càlcul de les **pèrdues per radiació** (Q_r) es basen en la fórmula de **Stefan Boltzmann** que depèn de la diferència entre la temperatura mitja dels tancaments i la de l'aigua.

En el cas de les piscines cobertes els tancaments ha de trobar-se a molt pocs graus centígrads ($^{\circ}\text{C}$) per sota de la temperatura de l'aigua del vas. Tenint en compte que la diferència entre els tancament i l'aigua és molt petita en aquest estudi s'han

menystingut aquestes pèrdues i no s'han tingut en compte pel còmput del balanç energètic del vas.

A.2.2.3. Càlcul de les pèrdues o guanys per convecció

La convecció pot generar tant guanys com pèrdues energètiques en el vas de la piscina. En funció de la diferència entre la temperatura ambient i la temperatura del vas de l'aigua és defineix que, quan:

- $T_{H_2O} < T_a$, l'aigua guanya calor
- $T_{H_2O} > T_a$, l'aigua perd calor

Per calcular la **pèrdua o guany per convecció (Q_c)** s'ha aplicat la següent equació:

$$Q_c = S_{pis} * 0,6246 * (T_{H_2O} - T_a)^{4/3}$$

On,

S_{pis} és la superfície del vas de la piscina

T_{H_2O} és la temperatura de l'aigua

T_a és la temperatura de l'aire del recinte

$$\begin{aligned} Q_c &= S_{pis} * 0,6246 * (T_{H_2O} - T_a)^{4/3} = 312,5 \text{ m}^2 * 0,6246 * (25^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C})^{4/3} = \\ &= -491,84 \text{ W} = -0,491 \text{ kW} \end{aligned}$$

Quan la piscina està a règim estacionari es produeix un guany de calor al ser la temperatura de l'aire ($T_a = 27^\circ\text{C}$) superior a la de l'aigua ($T_{H_2O} = 25^\circ\text{C}$). En el càlcul de la **Q_c màxima** s'ha determinat un guany per convecció en el vas de la piscina de **0,491 kW**.

A nivell mensual s'han estimat les pèrdues per convecció mensuals (Taula 11), així com calculat l'estimació de la despesa energètica per les pèrdues per l'evaporació anual. El valor obtingut ha estat de **- 4.313 kWh/any**, indicant per tant un guany energètic en el vas derivat de la calor de convecció.

Taula 11. Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de convecció. En la taula es reflecteixen els valors mensuals de d (dies que compren el mes) i Q_c (estimació de la despeses per convecció expressades en kWh/mes).

Mes	d (dia/mes)	Q_c (kWh/mes)
Gener	31	-365
Febrer	29	-342
Març	31	-365
Abril	30	-353
Maig	31	-365
Juny	30	-354
Juliol	31	-365
Agost	31	-365
Setembre	30	-354
Octubre	31	-365
Novembre	30	-354
Desembre	31	-365
Estimació despesa energètica per les pèrdues per convecció (kWh/any)		-4.313

A.2.2.4. Càlcul de les pèrdues per renovació

La renovació diària del 5% del volum d'aigua (normativa del NIDE) comporta importants **pèrdues de calor per renovació** (Q_{re}). Les Q_{re} dependran de la temperatura de l'aigua de la xarxa i de la temperatura a que ha d'assolir l'aigua en la piscina. Es pot calcular la Q_{re} a partir de la següent equació:

$$Q_r = \frac{Q_{ren} * \rho_{H2O} * C_{H2O}}{3,6 * S_{pis}} (T_{H2O} - T_x)$$

On,

Q_r són les pèrdues per renovació (W/m²)

Q_{ren} és el cabal d'aigua a escalfar cada hora (m³/h)

ρ_{H2O} és la densitat de l'aigua (1.000 kg/m³)

C_{H2O} és la calor específica de l'aigua (kJ/kgK)

T_{H2O} és la temperatura de l'aigua de la piscina (K)

T_x és la temperatura de l'aigua de la xarxa (K)

S_{pis} és la superfície del vas de la piscina (m²)

$$Q_r = \frac{Q_{re} * \rho_{H_2O} * C_{H_2O}}{3,6 * S_{pis}} (T_{ag} - T_x) = \frac{1,04 \frac{m^2}{h} * \frac{1000 kg}{m^3} * \frac{4,19 kJ}{kg^\circ K}}{3,6 * 312,5 m^2} (25 - 5)^\circ C = 77,46 W/m^2 dia$$

$$77,46 W/m^2 dia * 312,5 m^2 = 24208,89 W = 24,2 kW/dia$$

Pel càlcul de les pèrdues per renovació obligatòria de l'aigua del vas de la piscina ha estat necessari determinar el valor del cabal d'aigua a escalfar (Q_{re}), que ha resultat ser de **1,04 m³/h**. El càlcul de la equació ha determinat una Q_r màxima de **24,2 kW/dia** per aquest estudi.

El càlcul mensual de les pèrdues per la renovació obligatòria de l'aigua s'han estimat (Taula 12), així com la despesa energètica anual de **176.221 kWh/any**.

Taula 12. Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de renovació. En la taula es reflecteixen els valors mensuals de d (dies que compren el mes), T_x (temperatura de l'aigua de xarxa en °C), T_{H_2O} (temperatura del vas de la piscina en °C, ΔT (diferència entre la temperatura del vas de la piscina i l'aigua de xarxa), Q_{re} (pèrdua per renovació diària per m² expressada en W/m²dia i en kWh/dia) i Q_{re} (pèrdues per renovació expressades en kWh/mes).

Mes	d (dia/mes)	T_x (°C)	T_{H_2O} (°C)	ΔT	Q_{re} (W/m ² dia)	Q_{re} (kWh/dia)	Q_{re} (kWh/mes)
Gener	31	5	25	20	77,5	581,0	18.011
Febrer	29	5		20	77,5	581,0	16.849
Març	31	6		19	73,6	552,0	17.111
Abril	30	8		17	65,8	493,9	14.816
Maig	31	10		15	58,1	435,8	13.509
Juny	30	12		13	50,4	377,7	11.330
Juliol	31	13		12	46,5	348,6	10.807
Agost	31	12		13	50,4	377,7	11.707
Setembre	30	10		15	58,1	435,8	13.073
Octubre	31	8		17	65,8	493,9	15.310
Novembre	30	7		18	69,7	522,9	15.687
Desembre	31	5		20	77,5	581,0	18.011
Estimació despesa energètica del consum ACS (kWh/any)							176.221

A.2.2.5. Pèrdues per transmissió

Les **pèrdues per transmissió** (Q_k) depenen de les característiques constructives del vas i del coeficient de transmissió tèrmica (K) del material fet servir. En l'estudi s'ha

aplicat el cas més habitual, basat en un vas de formigó construït dins del propi soterrani del recinte. Les pèrdues per transmissió es calculen amb la següent fórmula:

$$Q_k = \frac{K_i * S_{ap} * (T_{H2O} - T_{ex})}{S_{pis}}$$

On,

Q_k són les pèrdues a través de la superfície considerada (W/m²)

K és el coeficient de transmissió de murs de formigó (1,50 W/m²°C).

S_{ap} és la superfície de tancament del vas (m²)

T_{H2O} és la temperatura de l'aigua de la piscina (°C)

T_{ex} és la temperatura exterior al tancament (°C)

S_{pis} és la superfície del vas de la piscina (m²)

L'estudi proposa una piscina amb una superfície de solera i unes parts del vas de 312,5 m² i 120 m², respectivament (Taula 13).

Taula 13. Superfície en m² de la solera i les parets del vas.

Solera del vas (m²)	312,5
Parets laterals del vas (m²)	120,0

Abans de poder determinar el valor de la Q_k, cal calcular la temperatura exterior del tancament (T_{ex}) mitjançant la següent equació:

$$T_{ex} = T_a * 0,4 + T_e * 0,6$$

On,

T_{ex} és la temperatura exterior al tancament (°K)

T_a és Es la temperatura interior del local (°K)

T_e és la temperatura ambient en l'exterior (°K)

Cal tenir en compte a més, que el flux de calor de les parets varia cada 12 hores en funció de T_{ex}, definint-se una T_{ex} diürna i un de nocturna. Per contra, la temperatura de la solera es manté constant al llarg del dia.

El càlcul mensual ha inclòs les variacions de la temperatura del terreny segons l'època de l'any (Taula 14).

Taula 14. Temperatura (°C) del terreny segons el mes.

Mesos	Temperatura (°C)
Gener, febrer, novembre i desembre	8
Març, abril, maig i octubre	11
Juny, juliol, agost i setembre	13

Els valors de temperatura de les parets i la solera del vas mensuals es resumeix a continuació (Taula 15):

Taula 15. Temperatura dels tancaments del vas de la piscina (K) al llarg de l'any.

Mes	T° Mínima (K)	T° Màxima (K)	Temperatura parets nit (K)	Temperatura parets dia (K)	Temperatura solera (K)
Gener	271,2	288,0	282,7	292,8	281,0
Febrer	268,3	293,1	281,0	295,9	281,0
Març	267,9	293,9	280,7	296,3	284,0
Abril	276,7	300,0	286,0	300,0	284,0
Maig	278,4	301,4	287,0	300,8	286,0
Juny	281,1	305,9	288,7	303,5	286,0
Juliol	288,9	309,3	293,3	305,6	286,0
Agost	286,9	311,0	292,1	306,6	286,0
Setembre	281,2	306,9	288,7	304,1	284,0
Octubre	276,6	299,2	286,0	299,5	284,0
Novembre	272,7	296,5	283,6	297,9	281,0
Desembre	271,5	295,3	282,9	297,2	281,0
Mitjana anual	276,8	300,0	286,1	300,0	283,7

A partir de les dades de la taula anterior (Taula 15) s'ha calculat l'estimació de les pèrdues de calor per transmissió màximes (T_k) mensuals (Taula 16).

Taula 16. Estimació de les pèrdues de calor per transmissió. En la taula es reflecteixen els valors mensuals de Q_k parets dia (pèrdua per transmissió de les parets del vas durant el dia per m, expressada en W/m^2), Q_k parets nit (pèrdua per transmissió de les parets del vas durant la nit per m, expressada en W/m^2), Q_k solera (pèrdua per transmissió de la solera del vas per m, expressada en W/m^2), Q_k total (pèrdua per transmissió del vas per m, expressada en W/m^2).

Mes	Q_k parets dia (W/m^2)	Q_k parets nit (W/m^2)	Q_k solera (W/m^2)	Q_k total (W/m^2)
Gener	4,1	10,0	28,5	35,6
Febrer	2,4	11,0	28,5	35,2
Març	2,1	11,1	24,0	30,6
Abril	0,0	8,1	24,0	28,0
Maig	-0,5	7,5	21,0	24,5
Juny	-2,0	6,5	21,0	23,2
Juliol	-3,2	3,8	21,0	21,3
Agost	-3,8	4,5	21,0	21,4
Setembre	-2,4	6,5	24,0	26,1
Octubre	0,3	8,1	24,0	28,2
Novembre	1,2	9,4	28,5	33,8
Desembre	1,6	9,8	28,5	34,2

La determinació de l'estimació de les T_k mensuals (Taula 16) ha permès el càlcul de l'estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques requerides per cobrir les necessitats de transmissió (Taula 17).

Taula 17. Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per cobrir les necessitats de transmissió. En la taula es reflecteixen els valors mensuals de d (dies que compren el mes) i Q_k (estimació de la despeses per transmissió, expressada en kWh/mes).

Mes	d (dia/mes)	Q_k (kWh/mes)
Gener	31	8.265
Febrer	29	7.649
Març	31	7.115
Abril	30	6.306
Maig	31	5.694
Juny	30	5.230
Juliol	31	4.955
Agost	31	4.967
Setembre	30	5.863
Octubre	31	6.552
Novembre	30	7.610
Desembre	31	7.960
Estimació despesa energètica per les pèrdues per transmissió (kWh/any)		78.167

L'estimació de la despesa energètica per les **pèrdues per de transmissió anual** és de **78.167 kWh/any**.

A continuació es realitza el càlcul per determinar la pèrdua màxima per transmissió:

- **Pèrdues en les parets del vas:**

$$Q_{k1} = \frac{K_{i*} S_{ap} * (T_{ag} - T_{ex})}{S_{pis}} = \frac{0,403 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 120 m^2 * (300 - 280,74)^\circ C}{312,5 m^2} = 2,95 W/m^2$$

$$2,95 W/m^2 * 312,5 m^2 = 924 W = 0,924 kW$$

- **Pèrdues en la solera del vas:**

$$Q_{k2} = \frac{K_{i*} S_{ap} * (T_{ag} - T_{ex})}{S_{pis}} = \frac{1,50 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 312,5 m^2 * (300 - 281)^\circ C}{312,5 m^2} = 28,5 W/m^2$$

$$28,5 W/m^2 * 312,5 m^2 = 8906,25 W = 8,90 kW$$

$$Q_k = Q_{k1} + Q_{k2} = 0,924 + 8,90 = 9,82 kW$$

De totes les T_{ex} i T_{parets} obtingudes s'han emprat els valors més extrems (267,90 K i 280,74 K, respectivament) i el valor de la T_{solera} (281,00 K), afí de simular les pitjors condicions per determinar la **pèrdua màxima de Q_k** , que ha resultat ser de **9,82 kW**.

A.2.2.6. Càlcul dels guanys per radiació solar

En aquest estudi s'han considerat els guanys per radiació menyspreables, ja que influeixen molt poc en el balanç energètic global del vas de la piscina. A més, com que són guanys contribueixen a pal·liar les necessitats tèrmiques del vas de la piscina.

A.2.2.7. Càlcul del balanç energètic global del vas de la piscina

Una vegada calculats els valors de cada una de les pèrdues que contribueixen en el **balanç energètic del vas d'aigua de la piscina** (Q_t) s'ha determinat que en la instal·lació plantejada en aquest estudi el valor de **Q_t màxim** és de **69,1 kW**.

$$Q_{tvas} = Q_e + Q_r - Q_c + Q_r + Q_k = 69,1 kW$$

En la taula següent es pot observa el resum d'estimacions de despesa energètica mensual i anual del vas de la piscina (Taula 18).

Taula 18. Resum de les estimacions de la despesa energètica de les pèrdues del vas. En la taula es reflecteixen els valors de Q_e (estimació de la despesa per evaporació mensual, expressada en kWh/mes), Q_c (estimació de la despesa per convecció mensual, expressada en kWh/mes), Q_{re} (estimació de la despesa per renovació mensual, expressada en kWh/mes), Q_k (estimació de la despesa per transmissió mensual, expressada en kWh/mes) i Q_t (estimació de la despesa total del vas, expressada en kWh/mes).

Mes	Q_e (kWh/mes)	Q_c (kWh/mes)	Q_{re} (kWh/mes)	Q_k (kWh/mes)	Q_t (kWh/mes)
Gener	26.469	-365	18.011	8.265	52.381
Febrer	24.762	-342	16.849	7.649	48.919
Març	26.469	-365	17.111	7.115	50.329
Abril	25.615	-354	14.816	6.306	46.383
Maig	26.469	-365	13.509	5.694	45.306
Juny	25.615	-354	11.330	5.230	41.822
Juliol	26.469	-365	10.807	4.955	41.865
Agost	26.469	-365	11.707	4.967	42.778
Setembre	25.615	-354	13.073	5.863	44.197
Octubre	26.469	-365	15.310	6.552	47.966
Novembre	25.615	-354	15.687	7.610	48.559
Desembre	26.469	-365	18.011	7.960	52.075
Anual (kWh/any)	312.508	-4.313	176.221	78.167	562.583

L'estimació de la despesa energètica anual per les **pèrdues del vas (Q_t)** és de **562.583 kWh/any**

A.2.3. Càlcul de la potència necessària per la posada en marxa del règim estacionari

La posada en marxa a règim estacionari del vas de la piscina és el moment en que s'ha d'emplenar el vas de la piscina completament amb aigua de la xarxa. S'ha determinat un temps de 72 hores per la posada en marxa a règim estacionari per tal que la instal·lació no necessiti cap equip auxiliar o de major potència per fer-ho. S'ha considerat que el procés de posada en marxa a règim estacionari s'haurà de repetir anualment per qüestions de manteniment.

El càlcul de la potència necessària per la posada en marxa a règim estacionari (Q_{pr}) s'ha fet mitjançant la següent fórmula:

$$Q_{pr} = \frac{V * \rho_{H2O} * C_{H2O} * (T_{H2O} - T_x)}{t_{pm}}$$

On,

Q_{pr} és la potència necessària per la posada en marxa a règim estacionari.

V és el volum d'aigua de la piscina.

ρ_{H2O} és el densitat de l'aigua.

C_{H2O} és la calor específica de l'aigua.

T_{H2O} és la temperatura de la piscina.

T_x és la temperatura de la xarxa.

t_{pm} és el temps de posada en marxa a règim estacionari.
(h)

$$Q_{pr} = \frac{V * \rho * C_e * (T_{ag} - T_x)}{t_{pm}} = \frac{500m^3 * 1000 kg/m^3 * 1,16 Wh/kg^{\circ}C * (25-5)^{\circ}C}{72 h} = 161111,1 W$$

$$= 161,1 kW/any$$

Els resultats han determinat una potència necessària de **161,1 kW/any**.

A.2.4. Càlcul de les pèrdues parcials de l'aire ambient de l'interior de la sala de la piscina

Les pèrdues parcials de l'aire ambient de l'interior de la sala de la piscina són les pèrdues per transmissió, infiltració i renovació.

A.2.4.1. Càlcul de les pèrdues de calor per transmissió dels tancaments

Les pèrdues parcials que determinaran les necessitats energètiques de la climatització de l'aire a la sala de la piscina inclouen les **pèrdues per transmissió (Q_i)**. Aquestes pèrdues es donen a través de les superfícies de la instal·lació, i es poden calcular amb la següent fórmula:

$$Q_i = C_0 * K * S * (T_a - T_e)$$

On,

Q_i és la carga tèrmica per transmissió (W)

C₀ és el coeficient d'orientació del mur

K és el coeficient de conductivitat tèrmica de la paret (W/m²K)

S és la superfície de tancament (m²)

T_a és la temperatura de l'aire interior (K)

T_e és la temperatura de l'aire exterior (K)

A continuació es calculen les pèrdues per transmissió per cada una de les paretes de la sala de la piscina:

Façana N

Àrea: 350 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Mur} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,56 W/m²K

$$Q_{tanN} = Q_i = 1,2 * K * S * (T_a - T_e) = 1,2 * 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} * 350 \text{ m}^2 * (300 - 267,9) \text{ K} = 7.550 \text{ W}$$

$$Q_{tanN} = 7.550 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 235,2 \text{ W/K}$$

Façana S

Àrea: 350 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Mur} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,56 W/m²K

K_{Porta} és el coeficient de la porta exterior és de 3,28 W/m²K

$$Q_{tans} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} * 350 \text{ m}^2 * (300 - 267,9) \text{ K} = 6.292 \text{ W}$$

$$Q_{tans} = 6.292 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 196 \text{ W/K}$$

Façana O

Àrea: 225 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Mur} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,56 W/m²K

$$Q_{tano} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} * 225 \text{ m}^2 * (300 - 267,9) \text{ K} = 4.449 \text{ W}$$

$$Q_{tano} = 4.449 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 138,6 \text{ W/K}$$

Tancament interior E

Àrea: 225 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K

$$Q_{tanE} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 225 \text{ m}^2 * (300 - 267,9)/2 \text{ K} = 3.376,51 \text{ W}$$

$$Q_{tanE} = 3.377 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 210,4 \text{ W/K}$$

Coberta

Àrea: 1012,5 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{CEXT} és el coeficient del tancament de la coberta és de 0,17 W/m²K

$$Q_{tanCOBERTA} = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,17 \text{ W/m}^2\text{K} * 787,5 \text{ m}^2 * (300 - 267,9) \text{ K} = 4.297 \text{ W}$$

$$Q_{tanCOBERTA} = 4.297 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 133,9 \text{ W/K}$$

El resum d'aquests càlculs es mostren en la taula següent (Taula 19):

Taula 19. Pèrdues de calor per transmissió de la sala de la piscina.

Tancament	Pèrdues de calor per transmissió (W)
Paret N	7.550
Paret S	6.292
Paret E	4.449
Paret O	3.377
Coberta exterior	4.297
Total tancament exterior de la sala de la piscina	25.965

La suma de les pèrdues de calor de cada una de les parets i de la coberta exterior, resulten amb un total de les Q_i de **26 kW** . I la suma dels coeficients de transmissió per la superfície dels tancament és de 914,1 W/K com es pot observar a continuació:

$$\sum K_i \cdot S_i = 914,1 \text{ W/K}$$

A.2.4.2. Càlcul de les pèrdues per infiltracions d'aire

Un altre paràmetre a tenir en compte en el càlcul de les necessitats energètiques per la climatització de l'aire són les pèrdues per infiltracions (Q_{sf}). Per calcular aquestes pèrdues serà necessari aplicar la següent equació:

$$Q_{sf} = c_a \cdot \rho_a \cdot Q_f \cdot (T_a - T_e)$$

On,

Q_{sf} són les pèrdues per infiltracions d'aire

C_a és la calor específica de l'aire (J/kgK)

ρ_a és la densitat de l'aire (kg/m³)

Q_f és el cabal d'infiltració (m³/s)

No obstant, per poder determinar les Q_{sf} cal primer determinar el cabal d'infiltració (Q_f) mitjançant el mètode de les esclatxes:

$$Q_f = \left(\sum f_i L_i \right) * R * H$$

On,

F_i és el coeficient d'infiltració dels diferents tipus d'esclletxa

L_i són les longituds de les esclletxes

R és el coeficient característic de la dependència que varia entre 0,7 i 0,9

H és el coeficient característic

El coeficient H característic de l'edifici està relacionat amb la intensitat del vent, el tipus d'edificació i la situació de l'edifici. El coeficient R característic de la dependència està relacionat amb l'aire infiltrat per les diferents esclletxes exteriors sotmeses a l'acció del vent. En les taules següents (Taula 20; Taula 21) es mostren els valors dels coeficients pel càlcul de les pèrdues per infiltracions en les portes de l'edifici:

- Un coeficient f_i per portes interiors no estancades de 40.
- Un coeficient H de 1,97, coeficient que correspon a un edifici d'una sola planta sense mitgeres exposades i amb un vent normal
- Un coeficient R correspon a una zona de molt de vent de 0,9.
- El perímetre de la porta de 9 m.

Taula 20. Coeficients d'infiltració per als diferents tipus d'esclletxes.

Tancament	Tipus	f_i
Finestres de fusta o material plàstic	Vidre simple d'hermeticitat normal	3
	Vidre doble o vidre simple i finestra hermètica	2,5
	Vidre doble i finestra molt hermètica	2
	Doble finestra (ambdues amb hermeticitat normal)	1,9
	Doble finestra (una hermètica i l'altra normal)	1,7
	Doble finestra (ambdues hermètiques)	1,6
	Doble finestra (ambdues molt hermètiques)	1,3
Finestres metàl·liques	Vidre simple d'hermeticitat normal	1,9
	Vidre doble o vidre simple i finestra hermètica	1,5
	Vidre doble i finestra molt hermètica	1,2
	Doble finestra (ambdues amb hermeticitat normal)	1,2
	Doble finestra (una hermètica i l'altra normal)	1,1
	Doble finestra (ambdues hermètiques)	1
	Doble finestra (ambdues molt hermètiques)	0,8
Parets interiors	No estanques	40
	Estanques	0,8

Taula 21. Coeficient característic de l'edifici.

Vent	Tipus d'edifici	Situació		
		Protegits	Exposats	Sobreexposats
Normal	Força plantes o una sola planta amb mitgeres	0,8	1,37	2,01
	Una sola planta sense mitgeres	1,14	1,97	2,81
Intens	Força plantes o una sola planta amb mitgeres	1,37	2,01	2,75
	Una sola planta sense mitgeres	1,94	2,81	3,78

A continuació es mostren els càlculs per determinar les pèrdues per infiltració de l'aire:

$$Q_f = \left(\sum f_i L_i \right) * R * H = (9 * 40) * 0,9 * 1,97 = 638,28 \text{ m}^3/\text{h} = 0,1773 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{sf} = C_a * \rho_a * Q_f * (T_a - T_e) = 1007 \text{ J/kgK} * 1,2 \text{ kg/m}^3 * 0,1773 \text{ m}^3/\text{s} * (300 - 267,9) \text{ K} = 6877,40 \text{ W} \\ = 6,88 \text{ kW}$$

$$c_a * \rho_a * Q_f = 1007 \text{ J/kgK} * 1,2 \text{ kg/m}^3 * 0,1773 \text{ m}^3/\text{s} = 214,25 \text{ W/K}$$

Aplicant les equacions corresponents s'han calculat unes pèrdues màximes per infiltracions d'aire (Q_{sf}) de **6,88 kW**.

A.2.4.3. Pèrdues per ventilació

Segons el "Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis" (RITE), en les piscines cobertes climatitzades el cabal mínim d'aire exterior de ventilació (Q_{ven}) ha de ser de $2,5 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ en la superfície de la làmina d'aigua i de la platja.

$$Q_{ven} = Q_{renovació} * \rho_{aire} * C_a * (T_a - T_e)$$

On,

Q_{ven} és les pèrdues de ventilació de l'aire (W) de l'edifici.

$Q_{renovació}$ és el cabal d'aire higiènic de renovació ($2,5 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$)

T_a és la temperatura de l'aire interior (K)

T_e és la temperatura de l'aire exterior. (K)

ρ_{aire} és la densitat de l'aire ($1,2 \text{ kg/m}^3$)

C_a és la calor específica de l'aire ($1007 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$)

Els càlculs realitzats són els següents:

$$Q_{rtotal} = 0,0025 \text{ m/s} * 787,5 \text{ m}^2 = 1,968 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{renovació} = Q_{rtotal} - Q_{renovació} = 1,968 - 0,1773 = 1,7914 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ven} = Q_{renovació} * \rho_a * C_a * (T_a - T_e) = 1,7914 \text{ m}^3/\text{s} * 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1007 \text{ J/kgK} * (300 - 267,9)\text{K} \\ = 69487,76 \text{ W} = 69,49 \text{ kW}$$

$$Q_{renovació} * \rho_a * C_a = 1,7914 \text{ m}^3/\text{s} * 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1007 \text{ J/kgK} = 2164,73 \text{ W/K}$$

El càlcul de les Q_{ven} ha resultat ser de **69,49 kW**.

Una vegada establertes totes les pèrdues parcials s'ha calculat el total de pèrdues parcials com: $Q_i + Q_{sf} + Q_{ven}$

Les necessitats màximes d'energia per l'aire ambient de la piscina coberta són de per tant de **102,5 kW**.

A.2.5. Càlcul de les pèrdues totals de l'aire interior de la sala de la piscina

Les pèrdues totals de l'aire de l'interior de la sala de la piscina (Q) es calculen a partir d'una expressió global única:

$$Q = \sum K_i * S_i * (T_{int} * t_{ex}) + c_a * \rho_a * (Q_r + Q_f) = \frac{Q_{CA}}{T_a - T_e}$$

El valor de Q és equivalent al valor del coeficient general de pèrdues de calor (UA).

$$UA = \sum K_i * S_i + c_a * \rho_a * (Q_r + Q_f) = \frac{Q_{CA}}{T_a - T_e}$$

Per determinar el valor de UA s'han de tenir en compte els següents factors:

$$\sum K_i * S_i = 914,1 \text{ W/K}$$

$$c_a * \rho_a * Q_f = 214,25 \text{ W/K}$$

$$Q_{renovació} * \rho_{aire} * C_{e,aire} = 1,7914 \text{ m}^3/\text{s} * 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1007 \text{ J/kg}^\circ\text{K} = 2164,73 \text{ W/K}$$

$$UA = 914,1 \text{ W/K} + 214,25 \text{ W/K} + 2164,73 \text{ W/K} = 3293,08 \text{ W/K}$$

El càlcul del UA en aquest estudi ha resultat ser de **3293,08 W/K**.

Per calcular de la despesa de calefacció (Q_{ca}) de l'aire ambiental a l'interior de la sala de piscina mensual i anual s'ha d'aplicar el mètode graus-dia.

$$Q_{ca \text{ sala pisc.}} = UA * ng * h$$

On,

$Q_{ca \text{ sala pisc}}$ és la despesa de calefacció per l'aire de l'interior de la sala (kWh/dia)

ng és el graus-dia de calefacció per a un període determinat

h és el nombre d'hores diàries durant les quals es desitja mantenir una mateixa temperatura a l'interior del local (15h/dia).

UA és el coeficient general de pèrdues de calor

El mètode de graus-dia (GD) permet mesurar les despeses d'energia d'una edificació. La calefacció d'un període amb una temperatura base (27°C, en aquest estudi) és la suma, per a tots els dies d'aquest període, de la diferència entre la temperatura base i la temperatura mitjana del dia, sempre i quan el valor de la temperatura mitjana diària sigui inferior a la temperatura base.

$$GD_{27/27} = \sum_{d=1}^{d=n} (27 - T_d)$$

On,

GD 27/27 són els graus-dia 27/27 (°Cdia)

T_d és ≤ 27 °C

n és el nombre de dies al mes

Els graus-dia de calefacció per les dades climàtiques d'aquest estudi es mostren en la següent taula (Taula 22):

Taula 22. Graus-dia de calefacció 27/27. En la taula es reflecteixen els valor de d (dies que conformen el mes), T_d (suma de la temperatura màxima i mínima dividida per 2, en °C) i GD (valor graus-dia, en Kdia/mes).

Mes	d (dia/mes)	T_d	GD 27/27 (Kdia/mes)
Gener	31	7,4	607,6
Febrer	29	8,45	537,95
Març	31	10,45	513,05
Abril	30	11,85	454,5
Maig	31	15,8	347,2
Juny	30	19,15	235,5
Juliol	31	22,6	136,4
Agost	31	22,6	136,4
Setembre	30	17,8	276
Octubre	31	15,2	365,8
Novembre	30	10,8	486
Desembre	31	8,05	587,45
Anual(Kdia/any)			4683,85

Pel que fa a l'estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques en la calefacció de la sala de la piscina es resumeix en la següent taula (Taula 23):

Taula 23. Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques de calefacció per a la sala piscina. En la taula es reflecteixen els valors de Q_{ca} (estimació de la despesa per la calefacció de la sala de la piscina, expressada en kWh/mes).

Mes	Q_{ca} (kWh/mes)
Gener	30.013
Febrer	26.573
Març	25.343
Abril	22.451
Maig	17.150
Juny	11.633
Juliol	6.738
Agost	6.738
Setembre	13.633
Octubre	18.069
Novembre	24.007
Desembre	29.018
Anual (kWh/any)	231.364

L'estimació de la despesa energètica per cobrir les necessitats de la calefacció de la sala de la piscina anuals són de **231.364 kWh/any**

A.2.6. Càlcul de les necessitats de la deshumidificació de l'aire ambiental interior de la piscina

La normativa de "Inspecció tècnica dels edificis" (ITE) 02.2.2. referent a la norma "Una Norma Española" (UNE) 100.011 estableix un cabal mínim higiènic de l'aire en piscines cobertes per mantenir la instal·lació de la piscina amb unes condicions òptimes de 2,5 l/sm². Per tant, el cabal mínim higiènic és de 7087,5 m³/h per les següents condicions de l'aire ambiental interior de la piscina:

- Temperatura = 27 °C
- Humitat relativa = 65%

La figura (Figura 1) el diagrama psicomètric que permet relacionar múltiples paràmetres referents a una mescla d'aire humit: temperatura, humitat relativa, humitat absoluta, punt de rosada, entalpia específica o calor total, calor sensible, calor latent i volum específic de l'aire. A través del diagrama psicomètric per una temperatura de 27°C i una humitat relativa del 65% s'han determinat els següents valors:

- Humitat absoluta (kg H₂O/kg d'aire sec) = 0,0145 kg H₂O/kg d'aire sec
- Volum específic (m³/kg aire sec) = 0,87 m³/kg aire sec
- La densitat de l'aire = 1,149 kg d'aire/ m³ d'aire

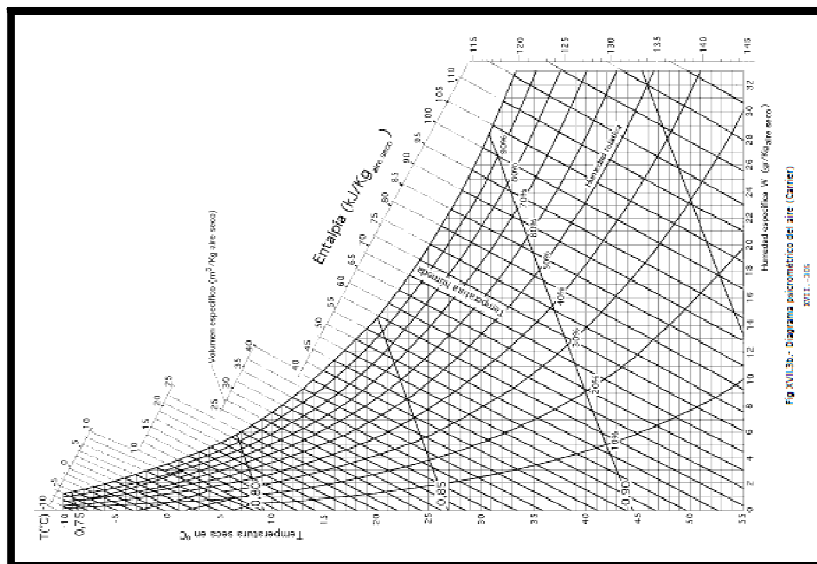


Figura 1. Diagrama psicomètric, on es relacionen múltiples paràmetres referents a una mescla d'aire humit: temperatura, humitat relativa, humitat absoluta, punt de rosada, entalpia específica o calor total, calor sensible, calor latent i volum específic de l'aire.

L'aigua continguda en l'aire (m_{ag}) en aquestes condicions es pot calcular segons la següent equació:

$$m_{ag} = v_a * \rho_a * X$$

On,

m_{ag} és l'aigua continguda en l'aire per hora (kg H₂O/h)

v_a és el cabal volumètric d'aire (m³/h)

ρ_a és la densitat d'aire interior (kg d'aire/ m³ d'aire)

X és la humitat absoluta de l'aire interior (kg vapor d'aigua/kg d'aire)

$$m_{ag} = v_a * \rho_a * X = 7.087,5 \frac{m^3}{h} * 1,149 \frac{kg}{m^3} * 0,0145 \frac{kg H2O}{kg d'aire sec} = 118,07 kgH2O /h$$

En el càlcul anterior s'observa que la m_{ag} per la instal·lació de la piscina proposada és de **118,08 kg H₂O/h** i la quantitat d'aigua evaporada de la piscina (M_e) calculada en l'apartat anterior (veure A.2.1.1.) és de 58,47 kg/h.

Si es compara el valor de l'aigua evaporada de la piscina amb el valor obtingut s'observa que aquest és inferior i per tant, s'aconsegueixen eliminar tots els cabal evaporació.

En la taula següent (Taula 24) es troben les dades de temperatura mitja, la humitat relativa i la humitat absoluta de l'aire interior mitja anual de l'any 2010 de la ciutat de Banyoles.

Taula 24. Dades climàtiques de l'any 2010 del municipi de Banyoles. Es mostren els valor de temperatura mitjana (°C), humitat relativa mitjana (%) i humitat absoluta de l'aire (kg H₂O/kg d'aire sec) mensuals de la població de Banyoles el 2010.

Mes	T° Mitja (°C)	Humitat relativa mitja %	Humitat absoluta de l'aire interior (kg H ₂ O/kg d'aire sec)
Gener	6,2	72	0,0042
Febrer	7,2	69	0,0044
Març	9,3	67	0,0048
Abril	13,7	66	0,0066
Maig	15,6	68	0,0076
Juny	20,3	67	0,01
Juliol	25,1	63	0,0125
Agost	23,5	67	0,0122
Setembre	19,6	73	0,0105
Octubre	15,2	74	0,0086
Novembre	10	75	0,0057
Desembre	7,4	70	0,0051
Mitjana anual	14,4	69,3	0,0077

Si l'aire que s'introdueix fos totalment sec s'aconseguiria eliminar tot el contingut d'aigua continguda en l'aire interior. Però l'aire introduït conté un cert grau d'humitat. Com es pot veure en la taula (Taula 24), el mes més desfavorable és el juliol ja que quan hi ha una major humitat absoluta de l'aire exterior (l'aire exterior porta una major quantitat d'aigua).

A través d'un diagrama psicomètric (Figura 1), s'ha calculat l'aigua continguda en l'aire del mes de juliol:

- Humitat absoluta (kg H₂O/kg d'aire sec) = 0,0125 kg H₂O/kg d'aire sec
- Volum específic (m³/kg aire sec) = 0,8615 m³/kg aire sec
- La densitat de l'aire = 1,16 kg d'aire/ m³ d'aire

$$m_{ag} = v_a * \rho_a * X = 7.087,5 \frac{m^3}{h} * 1,16 \frac{kg}{m^3} * 0,0125 \frac{kg H_2O}{kg d'aire sec} = 102,77 kg H_2O / h$$

$$m_{ag} = 102,8 kg H_2O/h$$

L'aigua continguda en l'aire per hora en el cas del mes de juliol és de **102,8 kg/H₂O/h**. L'aire introduït a l'interior de la piscina és més sec, fins i tot en el cas més desfavorable

que el que s'extreu, per tant, aquest és capaç de deshumectar una part de l'aire evaporat per la piscina.

El vapor d'aigua que s'elimina durant la renovació de l'aire és:

$$118,08 \text{ kg H}_2\text{O/h} - 102,8 \text{ kg H}_2\text{O/h} = 15,28 \text{ kg H}_2\text{O/h}$$

L'aigua continguda en l'aire que és eliminada en la renovació de l'aire és de **15,3 kg H₂O/h** en el cas més desfavorable. Aquesta aigua eliminada no és suficient per eliminar la massa d'aigua evaporada ($M_e = 58,47 \text{ kg/h}$). Per tant, és necessari eliminar la resta de massa d'aigua evaporada a l'aire que no s'elimina amb renovació de l'aire. Per eliminar la resta de massa d'aigua evaporada es fa servir una unitat de condicionament de l'aire amb recuperació de la calor.

La quantitat d'aigua a eliminar per la bomba de calor és de **43,17 kg/h**. En base aquest valor de demanda de deshumectació s'ha seleccionat la unitat de condicionament de l'aire amb recuperació de la calor més adequada.

L'aigua que s'ha d'eliminar per la unitat de condicionament segons el mes es mostra a continuació (Taula 25):

Taula 25. Resultats de l'aigua que s'ha d'eliminar per la unitat de condicionament de l'aire de la piscina. Es mostren els valor de temperatura mitjana (°C), humitat relativa mitjana (%) i humitat absoluta de l'aire (kg H₂O/kg d'aire sec), densitat de l'aire (kg aire/m³ aire), l'aigua que s'introdueix (kg aire/h) i l'aigua a l'eliminar per la unitat de condicionament (kg aigua/h).

Mes	T° Mitja (°C)	Humitat relativa mitja %	Humitat absoluta de l'aire interior (kg H ₂ O/kg d'aire sec)	Densitat aire (kg aire/m ³ aire)	L'aigua que s'introdueix (kg aigua/h)	Aigua a eliminar per la unitat de cond. (kg aigua/h)
Gener	6,2	72	0,0042	1,3	37,4	-22,2
Febrer	7,2	69	0,0044	1,3	39,0	-20,6
Març	9,3	67	0,0048	1,2	42,1	-17,5
Abril	13,7	66	0,0066	1,2	56,9	-2,7
Maig	15,6	68	0,0076	1,2	65,1	5,4
Juny	20,3	67	0,01	1,2	83,9	24,3
Juliol	25,1	63	0,0125	1,2	102,8	43,2
Agost	23,5	67	0,0122	1,2	100,8	41,2
Setembre	19,6	73	0,0105	1,2	88,1	28,5
Octubre	15,2	74	0,0086	1,2	73,6	14,0
Novembre	10	75	0,0057	1,2	49,9	-9,7
Desembre	7,4	70	0,0051	1,3	45,2	-14,4

Tal i com s'observa en la taula (Taula 25) en molts mesos l'aire de la sala de la piscina seria massa sec, no obstant es pot contrarestar amb la major evaporació de l'aigua de

la piscina generada per la introducció d'aire sec. El sistema per tant tendeixi cap a un equilibri.

A.2.7. Càlcul de les necessitats energètiques de la sala de la piscina a l'estiu

En una piscina climatitzada és més crític el manteniment estricte de la temperatura a l'hivern que no durant l'estiu, ja que les persones toleren menys el fred que la calor.

A l'estiu, la refrigeració és un part secundària sobre les preferències a l'hora de dimensionar la instal·lació per la climatització de la piscina, ja que el cos humà en la sala de piscina pot tolerar temperatures molt superiors a les que està dissenyada la piscina i en cas d'incomoditat l'usuari es pot tirar a la piscina per refrescar-se.

Per tant, l'apartat de refrigeració de la piscina no s'ha considerat pel dimensionament del equips. La capacitat de refrigeració de la instal·lació serà en funció dels equips dimensionats per cobrir les necessitats energètiques calorífiques i no de les necessitats reals de refrigeració de la sala de la piscina.

A.3. Càlcul de la despesa energètica per la producció d'aigua calenta sanitària (ACS)

L'aigua calenta sanitària (ACS) requereix d'un procés d'escalfament ja que la temperatura de l'aigua de xarxa no és suficientment alta per garantir unes condicions tèrmiques adequades. Per tant, dintre del balanç de despeses energètiques d'aquesta instal·lació cal incloure les necessitats energètiques per la producció d'ACS, que serveixen per escalfar l'aigua de xarxa per la seva utilització com ACS.

En el present estudi el sistema emprat per la producció d'ACS és el de **producció amb acumulació**.

Pel càlcul de les necessitats en la producció d'ACS s'ha tingut en compte una sèrie de normatives que s'anomenen a continuació:

- **HE-4** - "Contribució solar mínima de l'aigua calenta sanitària".

En l'**apartat 2.1.2** s'estableix la cobertura solar mínima segons la zona climàtica en la qual es situa la instal·lació.

En l'**apartat 3.1.1** s'estableix la demanda d'ACS segons la instal·lació i es determinen els valors ambientals i humitat per la sala de la piscina.

- **UNE 100030:2001IN** - Estableix els criteris per combatre la legionel·losis en la producció d'ACS.
- **RD 1751/1998** - Tracta sobre la legionel·losis en la producció d'ACS.
- **RD 909/2001** - Estableixen criteris higiènics - sanitaris per la prevenció i control de la legionel·losis

En aquest estudi s'han considerat els següents supòsits pel càlcul de les necessitats energètiques per la producció d'ACS:

- El consum mitjà per usuari per dutxa = 25 l
- El consum en hora punta = 2000 l
- El consum diari d'ACS = 15000 l/d
- El temps d'acumulació en el dipòsit = 2 hores
- La capacitat acumulació = 100% del consum en hora punta.

Suposant que la capacitat d'acumulació ha de cobrir el 100% del consum en hora punta, aquesta haurà de ser de **2000 l**.

$$Q_{ACS} = \frac{V_{acm} * C_{H2O}}{t_{acm}} (T_d - T_x)$$

On ,

Q_{ACS} és la potència necessària per l'escalfament (W)

V_{acm} és el volum d'aigua que s'ha d'escalfar (l)

C_{H2O} és la capacitat calorífica de l'aigua (Wh/kg°C)

T_d és la temperatura a que s'ha d'escalfar l'aigua (°C)

T_x és la temperatura de l'aigua de la xarxa (°C)

t_{acm} és temps de preparació (h)

A continuació es mostren els càlculs per determinar la potència necessària per la producció d'ACS.

$$Q_{ACS} = \frac{V_d * C_{H2O}}{t_{acm}} (T_d - T_x) = \frac{2000 \text{ L} * \frac{1.16 \text{ Wh}}{\text{L}^\circ\text{C}}}{2 \text{ h}} (55 - 5) = 63800 \text{ W}$$

La potència necessària per l'escalfament (Q_{ACS}) ha de cobrir les pèrdues màximes per les necessitats d'ACS que són de **64 kW**

L'energia emprada per escalfar l'aigua es determina en dos períodes: 1) període de consum on l'aigua s'ha d'escalfar des de la temperatura de xarxa fins a la temperatura d'acumulació, aquest període correspon al d'obertura al públic, i 2) període de manteniment que correspon al període en el que la piscina no està oberta al públic, i que en aquest estudi s'ha menystingut. El consum d'ACS d'aquest estudi s'ha calculat doncs per les 15 hores en les que la piscina està en funcionament durant tots els dies de l'any.

Per trobar la despesa energètica per les necessitats d'ACS s'ha aplicat la següent equació:

$$Q_{ACS} = C_{diari} * \rho_{H2O} * C_{H2O} * \Delta T$$

On,

- Q_{ACS} és la despesa energètica diària per cobrir les necessitats d'escalfar l'ACS (kcal/dia)
- C_{diari} és el consum diari d'ACS (L/dia)
- ρ_{H2O} és la densitat de l'aigua (1 kg/L)
- C_{H2O} és la capacitat calorífica de l'aigua (1kcal/kg°C)
- ΔT és la diferència de temperatura entre la temperatura d'acumulació i la temperatura de l'aigua de xarxa (°C)

Per cada mes s'ha calculat el consum energètic diari operant l'anterior equació (Taula 26):

Taula 26. Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques per escalfar l'ACS. En la taula s'expressen els valor mensuals de d (dies que compren el mes), T_x (temperatura de xarxa, en °C), T_{acu} (temperatura d'acumulació en els dipòsits d'ACS, en °C), ΔT (diferència de temperatura entre T_x i T_{acu} , en °C), Q_{ACS} (despesa energètica diària per cobrir les necessitats d'escalfar l'ACS, en kcal/dia), Q_{ACS} (despesa energètica diària per cobrir les necessitats d'escalfar l'ACS, en kWh/dia) i Q_{ACS} (despesa energètica mensual per cobrir les necessitats d'escalfar l'ACS, en kWh/mes).

Mes	d (dia/mes)	T_x (°C)	Tacu (°C)	ΔT	Q_{ACS} (kcal/dia)	Q_{ACS} (kWh/dia)	Q_{ACS} (kWh/mes)
Gener	31	5	60	55	825.000	959,5	29.744
Febrer	29	5		55	825.000	959,5	27.825
Març	31	6		54	810.000	942,0	29.203
Abril	30	8		52	780.000	907,1	27.214
Maig	31	10		50	750.000	872,3	27.040
Juny	30	12		48	720.000	837,4	25.121
Juliol	31	13		47	705.000	819,9	25.417
Agost	31	12		48	720.000	837,4	25.958
Setembre	30	10		50	750.000	872,3	26.168
Octubre	31	8		52	780.000	907,1	28.121
Novembre	30	7		53	795.000	924,6	27.738
Desembre	31	5		55	825.000	959,5	29.744
Estimació despesa energètica del consum ACS (kWh/any)							329.292

D'altra banda, l'estimació de la despesa energètica anual per escalfar l'ACS és de **329.292 kWh/any** (Taula 26).

A.4. Càlcul de les necessitats calorífiques de les sales annexes a la sala de la piscina

Les sales annexes a la sala de la piscina de són:

- El vestidor 1.
- El vestidor 2.
- El vestíbul i passadís.

En aquest apartat es calculen les pèrdues de calor que es donen per climatitzar cada una d'aquestes sales annexes durant l'hivern. Aquesta despesa de calor és el resultat de la suma de la pèrdua de calor associada a la transmissió i a la pèrdua de calor associada a la ventilació de l'aire. De manera simplificada s'ha calculat la necessitat

calorífica del dos vestuaris i del passadís a l'hivern. Durant l'època estival les sales annexes no estaran climatitzades.

En la taula (Taula 27) es mostren les característiques de les sales annexes establertes pel càlcul de les seves pèrdues de calor.

Taula 27. Característiques de les sales annexes.

Característica	Unitat	Valor
Superfície del conjunt de sales annexes	m ²	225
Superfície del vestidor 1	m ²	79,5
Superfície del vestidor 2	m ²	76,5
Superfície del vestíbul i passadís	m ²	69
Humitat relativa a l'interior de les sales annexes a hivern	%	55
Temperatura de l'aire interior de les sales annexes a hivern	°C	23
Categoria de sobre la qualitat de l'aire de l'interior de les sales (IDA)	-	2

En l'IT 1.1.4.2.3. del "Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis" (RITE) 2007 es fa referència a cabal mínim de l'aire exterior de ventilació. Una de les fórmules pel càlcul del cabal mínim descrites en el RITE és el mètode indirecte de cabal d'aire per unitat de superfície que serveix per espais no dedicats a ocupació humana permanent. En la següent taula s'observen els cabals d'aire exterior per unitat de superfície de locals no dedicats a ocupació humana permanent (Taula 28).

Taula 28. Cabals d'aire exterior per unitat de superfície de locals no dedicats a ocupació humana permanent. El cabal d'aire s'expressa en $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

Categoria	$\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$
IDA1	no aplicable
IDA2	0,83
IDA3	0,55
IDA4	0,28

En el RITE es descriuen els elements de cada categoria (Taula 28). La categoria de l'aire per les sales annexes és del tipus IDA 2, per tant el cabal d'aire exterior per unitat de superfície és de $0,83 \text{ dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$.

Els cabals mínims de ventilació s'han calculat per cada una de les tres sales annexes i es mostren en la següent taula (Taula 29):

Taula 29. Cabals mínims de ventilació d'aire de l'exterior (l/s).

Sala annexa	Cabal mínim de ventilació d'aire de l'exterior (l/s)
Vestidor 1	66
Vestidor 2	63
Vestíbul i passadís	57

A.4.1. Càlcul de les pèrdues de calor de les sales annexes

A continuació es calculen les pèrdues de calor de les sales annexes:

Vestuari 1.

- Pèrdues per transmissió en el vestuari 1.

$$Q_i = C_0 * K * S * (T_a - T_e)$$

On,

Q_i és la carga tèrmica per transmissió (W)

C₀ és el coeficient d'orientació del mur

K és el coeficient de conductivitat tèrmica de la paret (W/m²K)

S és la superfície de tancament (m²)

T_a és la temperatura de l'aire interior (K)

T_e és la temperatura de l'aire exterior (K)

Façana N

Àrea: 85 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Mur} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,56 W/m²K.

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1,2 * K * S * (T_a - T_e) = 1,2 * 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} * 85 \text{ m}^2 * (396 - 267,9) \text{ K} = 1.605 \text{ W}$$

$$Q_{tanN} = 1.605 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 47,6 \text{ W/K}$$

Paret interior S

Àrea: 85 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K.

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 85 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 1.015 \text{ W}$$

$$Q_{tanS} = 1.015 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 72,25 \text{ W/K}$$

Paret interior O

Àrea: 85 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Porta} és el coeficient de la porta és de 3,28 W/m²K.

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K.

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 83,2 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 1.093 \text{ W}$$

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 3,28 \text{ W/m}^2\text{K} * 1,8 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 91,2 \text{ W}$$

$$Q_{tanO} = 1.185 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 76,6 \text{ W/K}$$

Paret interior E

Àrea: 85 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Porta} és el coeficient de la porta és de 3,28 W/m²K

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_{iMUR1} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 83,2 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 1.093 \text{ W}$$

$$Q_{iMUR2} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 3,28 \text{ W/m}^2\text{K} * 1,8 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 91,2 \text{ W}$$

$$Q_{tanE} = 1.185 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 76,6 \text{ W/K}$$

Coberta

Àrea: $79,5 \text{ m}^2$.

Es considera la temperatura mínima que és de $-5,1^\circ\text{C}$ ($267,9 \text{ K}$).

K_{CEXT} és el coeficient del la coberta exterior és de $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,17 \text{ W/m}^2\text{K} * 79,5 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)) \text{ K} = 380 \text{ W}$$

$$Q_{tanC} = 380 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 13,5 \text{ W/K}$$

El total de les pèrdues de calor per transmissió del vestuari 1 són de **5,3 kW**.

$$\sum K_i * S_i = 286,55 \text{ W/K}$$

- Pèrdues per ventilació en el vestuari 1.

Mitjançant el diagrama psicomètric (Figura 2), es troben els següents valors en les condicions més estrictes (temperatura de l'aire exterior de $-5,1^\circ\text{C}$ i una humitat relativa de 67%):

- Humitat específica: $1,15 \text{ g H}_2\text{O /kg aire sec}$
- Volum específic: $0,761 \text{ m}^3/\text{kg}$
- Entalpia: $-0,75 \text{ kJ/kg}$

Mitjançant el diagrama psicomètric (Figura 2), es troben els següents valors per les condicions de disseny de les sales annexes (temperatura interior de l'aire de 23°C i una humitat relativa del 55%):

- Humitat específica: 9,75 g H₂O /kg aire sec
- Volum específic: 0,854 m³/kg
- Entalpia: 47,5 kJ/kg

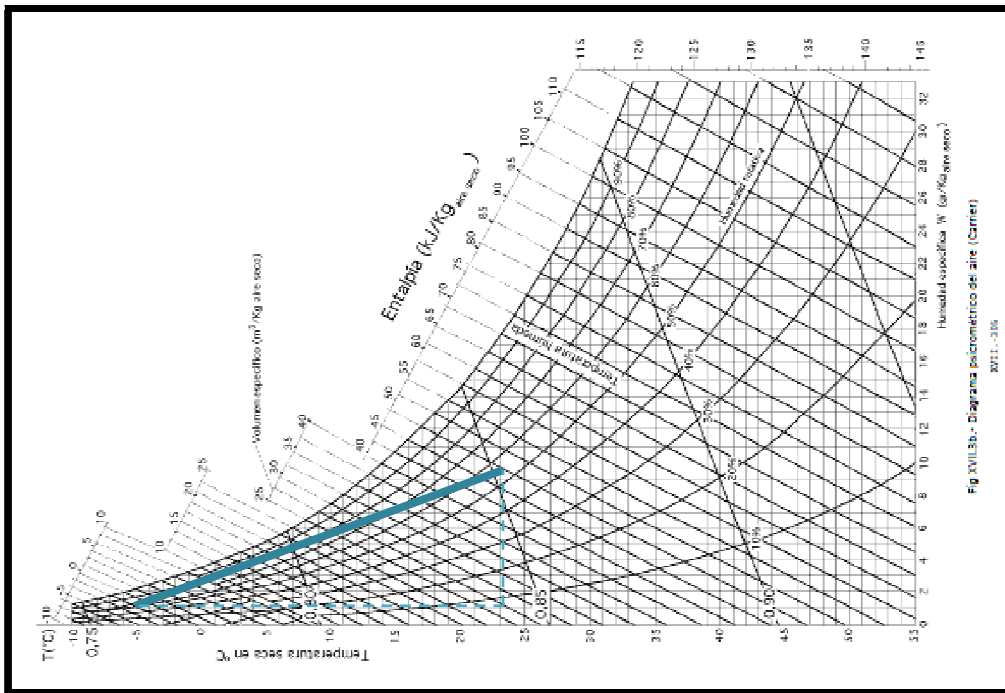


Figura 2. Diagrama psicomètric, on es relacionen múltiples paràmetres referents a una mescla d'aire humit: temperatura, humitat relativa, humitat absoluta, punt de rosada, entalpia específica o calor total, calor sensible, calor latent i volum específic de l'aire.

A continuació es calcula la part de potència calorífica sensible i latent:

$$\text{Potència total ventilació} = 0,066 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \left(\frac{1 \text{kg}}{0,761 \text{m}^3} \right) * \frac{(47,5 - (-0,75)) \text{kJ}}{\text{kg}} = 4,1 \text{kW}$$

- **Calor total dels vestuari 1.**

$$\text{Calor total} = 5,3 + 4,1 = 9,4 \text{kW}$$

En la següent taula (Taula 30) s'observen el resum del resultats del calor total de la sala annexa vestidor 1 i es pot observar que la necessitat calorífica és **de 9,4 kW**.

Taula 30. Necessitats calorífiques (kW) del vestidor 1.

Necessitat	kW
N	1,6
S	1,0
O	1,1
E	1,2
Coberta	0,4
Total tancaments	5,3
Total ventilació	4,1
Necessitat calorífica total	9,4

Vestuari 2.

El vestuari 2 té una superfície de **76,5 m²** i el cabal d'aire exterior mínim és de **63 L/s**.

- **Pèrdues per transmissió en el vesuari 2.**

Paret interior N

Àrea: 85 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K.

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1,2 * K * S * (T_a - T_e) = 1,2 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 85 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 1.605 \text{ W}$$

$$Q_{tanN} = 1.218 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 72,25 \text{ W/K}$$

Paret interior S

Àrea: 85 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 85 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 1.015 \text{ W}$$

$$Q_{tanS} = 1.015 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 72,25 \text{ W/K}$$

Paret interior O

Àrea: 85 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Porta} és el coeficient de la porta és de 3,28 W/m²K

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,85 \frac{W}{m^2} * 83,2 \text{ m}^2 * \left(\frac{396 - 267,9}{2} \right) K = 1.093 \text{ W}$$

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 3,28 \text{ W/m}^2 K * 1,8 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) K = 91,2 \text{ W}$$

$$Q_{tano} = 1.185 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 76,6 \text{ W/K}$$

Paret interior E

Àrea: 85 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{Porta} és el coeficient de la porta és de 3,28 W/m²K

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K

$$Q_{iMUR1} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,85 \frac{W}{m^2 K} * 83,2 \text{ m}^2 * \left(\frac{396 - 267,9}{2} \right) K = 1.093 \text{ W}$$

$$Q_{iMUR2} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 3,28 \text{ W/m}^2 K * 1,8 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) K = 91,2 \text{ W}$$

$$Q_{tano} = 1.185 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 76,6 \text{ W/K}$$

Coberta

Àrea: 76,5 m²

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K)

K_{CEXT} és el coeficient del tancament coberta exterior és de 0,17 W/m²K

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,17 \text{ W/m}^2 K * 76,5 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)) K = 365,4 \text{ W}$$

$$Q_{\text{tanC}} = 365 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 13 \text{ W/K}$$

El total de les pèrdues de calor per transmissió del vestuari 2 és de **4,9 kW**.

$$\sum K_i * S_i = 310,7 \text{ W/K}$$

- **Pèrdues per ventilació en el vestuari 2.**

Mitjançant el diagrama psicomètric (Figura 2), es troben els següents valors en les condicions més estrictes temperatura de l'aire exterior de $-5,1^\circ\text{C}$ i una humitat relativa de 67%.

- Humitat específica: 1,15 g H₂O /kg aire sec
- Volum específic: 0,761 m³/kg
- Entalpia: -0,75 kJ/kg

Mitjançant el diagrama psicomètric (Figura 2), també es troben els següents valors per les condicions de disseny de les sales annexes (temperatura interior de l'aire de 23°C i una humitat relativa del 55%):

- Humitat específica: 9,75 g H₂O /kg aire sec
- Volum específic: 0,854 m³/kg
- Entalpia: 47,5 kJ/kg

A continuació es calcula la part de potència calorífica sensible i latent:

$$\text{Potència total ventilació} = 0,063 \text{ m}^3/\text{s} * \left(\frac{1 \text{ kg}}{0,761 \text{ m}^3}\right) * (47,5 - (-0,75)) \text{ kJ/kg} = 3,99 \text{ kW}$$

- **Calor total del vestuari 2.**

$$\text{Calor total} = 4,9 + 3,99 = \mathbf{8,9 \text{ kW}}$$

En la taula següent (Taula 31) s'observen el resum del resultats del calor total del vestidor 2 i es pot observar que la necessitat calorífica del vestuari 2 és de **8,9 kW**.

Taula 31. Necessitats calorífiques (kW) del vestidor 2.

Necessitat	kW
N	1,2
S	1,0
O	1,2
E	1,2
Coberta	0,4
Total tancaments	4,96
Total ventilació	3,9
Necessitat calorífica total	8,9

Vestíbul i passadís.

El vestíbul i el passadís tenen una superfície de **69 m²** i el cabal d'aire exterior mínim és de 57 L/s.

- **Pèrdues per transmissió en el vestíbul i passadís.**

Façana N

Àrea: 100 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Mur} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,56 W/m²K.

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K.

$$Q_{iMUR1} = Q_i = 1,2 * K * S * (T_a - T_e) = 1,2 * 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} * 20\text{m}^2 * (396 - 267,9) \text{ K} = 377,6 \text{ W}$$

$$Q_{iMUR2} = Q_i = 1,2 * K * S * (T_a - T_e) = 1,2 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 80 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9))/2 \text{ K} = 1.146 \text{ W}$$

$$Q_{tanN} = 1.523 \text{ W}$$

$$\sum K_i * S_i = 79,2 \text{ W/K}$$

Façana S

Àrea: 100 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Mur} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,56 W/m²K.

K_{Porta} és el coeficient de la porta exterior és de 3,28 W/m²K.

$$Q_{iMUR1} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} * 95 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9) \text{ K}) = 1.498 \text{ W}$$

$$Q_{iMUR2} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 3,28 \text{ W/m}^2\text{K} * 5 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9) \text{ K}) = 461 \text{ W}$$

$$Q_{tanS} = 1959 \text{ W}$$

$$\sum K_j * S_j = 59,6 \text{ W/K}$$

Paret interior O

Àrea: 51,8 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Porta} és el coeficient de la porta és de 3,28 W/m²K.

K_{Mur} és el coeficient del tancament interior vertical és de 0,85 W/m²K.

$$Q_{iMUR1} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,85 \text{ W/m}^2\text{K} * 50 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 657 \text{ W}$$

$$Q_{iMUR2} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 3,28 \text{ W/m}^2\text{K} * 1,8 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9)/2) \text{ K} = 91,2 \text{ W}$$

$$Q_{tanO} = 784 \text{ W}$$

$$\sum K_j * S_j = 48,4 \text{ W/K}$$

Façana E

Àrea: 225 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{Mur} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,56 W/m²K.

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1,1 * K * S * (T_a - T_e) = 1,1 * 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} * 225 \text{ m}^2 * ((396 - 267,9) \text{ K}) = 3.894,6 \text{ W}$$

$$Q_{tanO} = 3895 \text{ W}$$

$$\sum K_j * S_j = 126 \text{ W/K}$$

Coberta

Àrea: 69 m².

Es considera la temperatura mínima que és de -5,1°C (267,9 K).

K_{CEXT} és el coeficient del tancament exterior vertical és de 0,17 W/m²K.

$$Q_{iMUR} = Q_i = 1 * K * S * (T_a - T_e) = 1 * 0,17 W/m^2 K * 69 m^2 * ((396 - 267,9)) K = 329,6 W$$

$$Q_{tanC} = 330 W$$

$$\sum K_j * S_j = 11,73 W/K$$

El total de les pèrdues de calor per transmissió del vestíbul i passadís és de **8,3 kW**.

$$\sum K_i * S_i = 324,9 W/K$$

- **Pèrdues per ventilació en el vestíbul.**

Mitjançant el diagrama psicomètric (Figura 2), es troben els següents valors en les condicions més estrictes (temperatura de l'aire exterior de -5,1°C i una humitat relativa de 67%):

- Humitat específica: 1,15 g H₂O /kg aire sec
- Volum específic: 0,761 m³/kg
- Entalpia: -0,75 kJ/kg

Mitjançant el diagrama psicomètric (Figura 2), es troben els següents valors per les condicions de disseny de les sales annexes (temperatura interior de l'aire de 23°C i una humitat relativa del 55%):

- Humitat específica: 9,75 g H₂O /kg aire sec
- Volum específic: 0,854 m³/kg
- Entalpia: 47,5 kJ/kg

A continuació es calcula la part de potència calorífica sensible i latent:

$$\text{Potència total ventilació} = 0,057 \text{ m}^3/\text{s} * \left(\frac{1 \text{ kg}}{0,761 \text{ m}^3}\right) * (47,5 - (-0,75)) \text{ kJ/kg} = 3,61 \text{ kW}$$

- **Calor total del vestíbul i el passadís.**

$$\text{Calor total} = 8,3 + 3,61 = 11,9 \text{ kW}$$

En la taula següent (Taula 32) s'observen el resum del resultats del calor total del vestíbul es pot observar que la necessitat calorífica del vestíbul i el passadís és de **11,9 kW**.

Taula 32. Necessitats calorífiques (kW) del vestíbul i el passadís.

Necessitat	kW
N	1,5
S	2
O	0,7
E	3,9
Coberta	0,3
Total tancaments	8,3
Total ventilació	3,61
Necessitat calorífica total	11,9

En la taula (Taula 33) es pot veure el resum de les necessitats calorífiques per cobrir la resta de sales a part de la sala de la piscina.

Taula 33. Pèrdues de calor (kW) de les sales annexes.

Sala annexa	Pèrdues per transmissió (kW)	Pèrdues per ventilació (kW)	Pèrdua total (kW)
Vestidor 1	5,3	4,1	9,4
Vestidor 2	4,96	3,9	8,9
Vestíbul i passadís	8,3	3,6	11,9
Conjunt de sales annexes	18,56	11,6	30,2

Tal i com s'observa en la taula la pèrdua màxima de calor de les sales annexes és de **30,2 kW**.

La suma del producte entre la conductivitat tèrmica dels tancaments i la seva superfície per cada una de les parets de les sales annexes és de **922,15 W/K**.

$$\sum K_i \cdot S_i = 324,9 + 310,7 + 286,55 = 922,15 \text{ W/K}$$

Per trobar el coeficient general de pèrdues de calor (UA) és necessari calcular els termes que es relacionen amb la ventilació de les sales annexes. Es calcula a partir de la següent equació:

$$Q_{ven} \cdot \rho_a \cdot C_a = 0.186 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1007 \text{ J/kgK} = 224,76 \text{ W/K}$$

El coeficient general de pèrdues de calor (**UA**) és igual a la suma de les dues anterior, **1.146,91 W/K**.

L'estimació de la despesa està calculada per 15 hores de funcionament diari de la instal·lació. Per calcular l'estimació de la despesa de calefacció de les sales annexes mensual i anual s'utilitza de nou el mètode graus dia.

$$Q_{caannexes} = UA \cdot ng \cdot h \text{ (kWh/dia)}$$

On,

Qcaannexes és l'estimació de la despesa de calefacció de les sales annexes (kWh/dia)

ng és el graus-dia de calefacció per a un període determinat

h és el nombre d'hores diàries durant les quals es desitja mantenir una mateixa temperatura a l'interior del local (15h/dia).

UA és el coeficient general de pèrdues de calor

El mètode de graus-dia (GD) permet mesurar les despeses d'energia per la calefacció d'una edificació. La calefacció d'un període amb una temperatura base (23°C, en aquest estudi) és la suma, per a tots els dies d'aquest període, de la diferència entre la temperatura base i la temperatura mitjana del dia, sempre i quan el valor de la temperatura mitjana diària sigui inferior a la temperatura base. En la taula (Taula 34) es pot observar els graus-dia 23/23 per les dades climatològiques utilitzades en el present estudi.

Si T° base = 23°C

$$GD_{23/23} = \sum_{d=1}^{d=n} (23 - T_d)$$

On,

GD 27/27 són els graus-dia 23/23 (°Cdia)

T_d és $\leq 27^{\circ}\text{C}$

n és el nombre de dies al mes

Taula 34. Graus-dia de calefacció 23/23. En la taula es reflecteixen els valor de d (dies que conformen el mes), T_d (suma de la temperatura màxima i mínima dividida per 2, en °C) i GD (valor graus-dia, en Kdia/mes).

Mes	d (dia/mes)	T_d (°C)	GD 23/23 (Kdia/mes)
Gener	31	7,4	483,6
Febrer	29	8,45	421,95
Març	31	10,45	389,05
Abril	30	11,85	334,5
Maig	31	15,8	223,2
Juny	30	19,15	115,5
Juliol	31	22,6	12,4
Agost	31	22,6	12,4
Setembre	30	17,8	156
Octubre	31	15,2	241,8
Novembre	30	10,8	366
Desembre	31	8,05	463,45
Anual(Kdia/any)			3219,85

L'estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques de la calefacció per la sala de la piscina s'observa en la següent taula (Taula 35).

Taula 35. Estimació de la despesa mensual de les necessitats energètiques de calefacció per les sales annexes. En la taula es reflecteixen els valors de Q_{ca} (estimació de la despesa mensual en calefacció, en kWh/mes) de les sales annexes.

Mes	$Q_{ca \text{ annexes}}$ (kWh/mes)
Gener	8.320
Febrer	7.259
Març	6.693
Abril	5.755
Maig	3.840
Juny	1.987
Juliol	213
Agost	213
Setembre	2.684
Octubre	4.160
Novembre	6.297
Desembre	7.973
Anual (kWh/any)	55.393

L'estimació de la despesa energètica per les cobrir les necessitats de la calefacció per a sales annexes és de **55.393 kWh/any**.

A.5. Caldera de biomassa

La caldera de biomassa de la instal·lació té la funció de suplir totes aquelles necessitats tèrmiques que no es puguin cobrir a partir de la calor recuperada de les aigües residuals urbanes (ARU). Mitjançant la caldera de biomassa es cobreixen les quatre necessitats de la instal·lació (Taula 36).

Taula 36. Necessitats cobertes (kW) per la caldera de biomassa.

Necessitats a cobrir	Potència màxima (kW)
Necessitats del vas de la piscina (part de les necessitats en regim transitori)	92
Necessitats en l'aire interior de la sala de la piscina	102,5
Necessitats tèrmiques calorífiques de les sales annexes	30,2
Necessitats en la producció d'ACS	64
Total	288,7

A.5.1. Característiques de la caldera de biomassa

La selecció s'ha fet a partir de la potència màxima requerida que és de 289 kW. La caldera de biomassa escollida és la **Herz BioMatic 300**. Les característiques tècniques de la caldera de biomassa es poden veure resumides en la següent taula (Taula 37).

Taula 37. Característiques tècniques de la caldera de biomassa Herz BioMatic300.

Dades tècniques	Unitats	Valors
Gamma de potència	kW	79-300
Pes de la caldera	kg	2.900
Tiro màx/min. Admissible	mbar	0,05/0,15
Pressió màxima de treball	bar	3
Temperatura màxima d'impulsió	°C	90
Contingut d'aigua	l	720
Connexió elèctrica	V/Hz	3x400/50Hz
Superfície de del bescanviador tèrmic	m ²	23,15
Pèrdua de pressió al costat aigua amb $\Delta T = 20$ K	PA	2.600
Caudal d'aigua $\Delta T = 20$ K	kg/h	12.931
Rendiment de la caldera	%	93

Les característiques del generador **Herz BioMatic 300** són les següents:

- Les dimensions de la caldera (1.973 x 1.186 x 2.054 mm) es poden observar en la taula (Taula 39) i la corresponent figura (Figura 3).
- La caldera té una càmera de combustió amb sistema de neteja del cremador mitjançant un plat vibratori i un bescanviador de calor de tubs verticals amb sistema automàtic de neteja.
- La caldera té un sistema de recollida i d'extracció de cendres del mòdul de combustió amb una capacitat de 240 l.
- Per la regulació de la caldera s'utilitza el sistema de regulació BioControl 3.000.

Taula 38. Dimensions en de la caldera de biomassa Herz BioMatic 300.

Símbol	Descripció	Dimensions en (mm)
A	Longitud	2.054
A1	Longitud fins eix de la sortida de fums	1.635
B	Amplada	1.186
B1	Amplada sense brida	986
	Amplada amb brida	1.284
B2	Amplada (mòdul introductor	1.264
C	Altura	1.973
D	Diàmetre del tub de sortida de fums	300
E	Altura porta de càmera de combustió	300
F	Amplada porta de càmera de combustió	500
G	Eix del tub de sortida de fums	1.688
H	Connexió de retorn (DN) /Altura	100/1.523
I	Connexió de impulsió (DN) /Altura	100/1.776
J	Connexió per omplir/buidar /Altura	3/4"/148
K	Eix del sistema RSE	906
L	Altura del sistema RSE	822
M	Frontal de la caldera fins eix del RSE	610
N	Distància necessària per revisions	min. 1.050
P	Amplada del contenidor de cendres	714
R	Distància a l'eix de connexió d'impulsió	701
S	Distància horitzontal a l'eix VL-RL	655

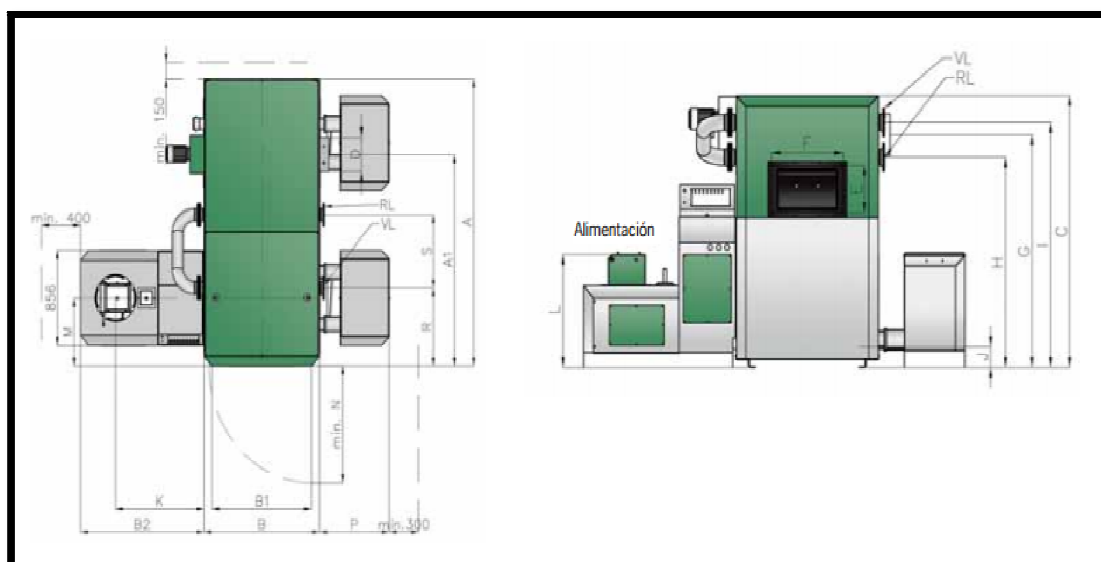


Figura 3. Dimensions de la caldera de biomassa Herz BioMatic300. Font: [http://www.tondoenergia.com/dwn/4_biomatic BC 220-500.pdf](http://www.tondoenergia.com/dwn/4_biomatic_BC_220-500.pdf)

L'esquema de la caldera de pèl-lets **Herz BioMatic 300** s'observa en la següent figura (Figura 4).

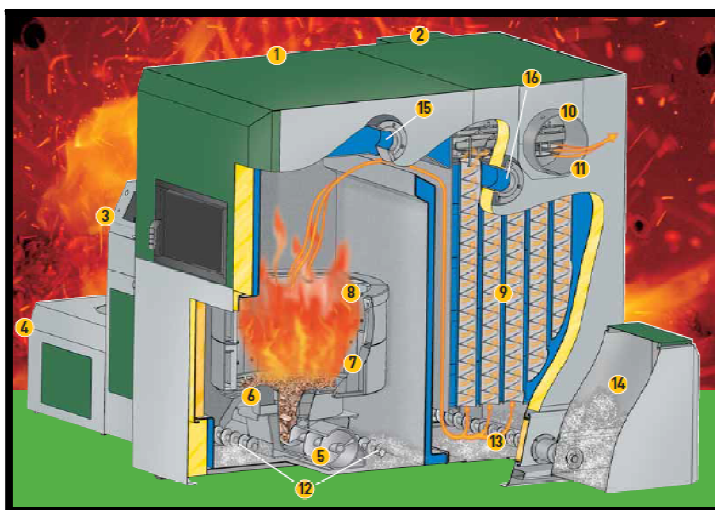


Figura 4. Esquema de la caldera de biomassa Herz BioMatic. 1. Mòdul combustió; 2. Mòdul intercanviador; 3. Control BioControl 3000; 4. Dipòsit entremig; 5. Introducció; 6. Encesa automàtica amb bufador d'aire calent; 7. Càmera de combustió amb sistema de neteja automàtica del cremador; 8. Anell de secundari dividit en 2 zones d'aire independent; 9. Intercanviador de calor de tubs verticals amb sistema de neteja automàtic; 10. Sonda Lambda; 11. Aspirador amb variador de freqüència i regulació de depressió; 12. Extractor de cendres de combustió; 13. Extractor de cendres del intercanviador; 14. Dipòsit de cendres; 15. Connexió Impulsió; 16. Connexió de retorn.

Els components de la instal·lació de la caldera de biomassa **Herz BioMatic 300** són:

- El sistema d'alimentació de pallets compost per un extractor per pèl-lets. Aquest extractor de pèl-lets està format per un transportador helicoidal sense fi de 4 metres de longitud amb un motor d'accionament de 0,55 kW i un transportador helicoidal tancat sense fi de 1 metre de longitud amb xapa d'acer en "U".
- El conducte per l'evacuació dels productes de la combustió.
- El sistema de depuració dels gasos procedents de la combustió, amb aïllament incorporat, format per varis ciclons axials connectats en paral·lel, amb connexions antivibració.
- El sistema d'elevació de la temperatura de retorn per sobre de 55°C, compost per vàlvula reguladora i bomba de circulació per evitar condensacions i deposicions de sutge en l'interior de la caldera.
- Dos dipòsits d'inèrcia de **3.000 l** i **4000 l** respectivament, que redueixen el nombre d'arrencades de la caldera, a més d'assegurar una cessió de calor uniforme. Utilitzant els dos dipòsits d'inèrcia es pot mantenir la generació d'energia durant un període més prolongat, evitant amb ell una major

freqüència de maniobres de la caldera i augmentant el rendiment de la instal·lació.

A.5.2. Regulació automàtica de la caldera de biomassa

La regulació de la caldera de biomassa es durà a terme mitjançant el control automàtic BioControl 3.000. El control BioControl 3.000 regula els cabals d'aigua calenta dels diferents circuits i equips de la instal·lació.

A.6. Bomba de calor

Les bombes de calor de la instal·lació reben la calor recuperada en intercanviador del clavegueram i la bombegen de nou al nivell d'energia desitjat que permet-hi cobrir algunes de les necessitats de la instal·lació.

La necessitat màxima que ha de cobrir la bomba de calor serà de **165 kW**. La potència màxima que cobreix la bomba de calor per cada una de les necessitats es mostra a continuació (Taula 39).

Taula 39. Necessitats cobertes (kW) per la bomba de calor

Necessitats a cobrir	Potència màxima (kW)
Necessitats del vas de la piscina	70
Necessitats tèrmiques calorífiques de les sales annexes	30,2
Necessitats en la producció d'ACS	64
Total	164,2

Es proposen dues bombes iguals de la marca **Dimplex** i **model WI 90CG** dotades de les següents característiques (Taula 40).

Taula 40. Característiques de la bomba de calor Dimplex WI 90CG.

Característiques	Valor
Dimensions	
Altura (mm)	830
Amplada (mm)	1.480
Longitud (mm)	890
Pes (kg)	460
Model de protecció segons la norma EN 60620	IP 24
Lloc d'instal·lació	Interior
Nivell de potència sonora (dB (A))	70
Refrigerant / Pes (kg)	R407C / 15
Limits de temperatura de funcionament	
Anada aigua per la calefacció °C	fins 55
Aigua freda (font de calor) °C	7 fins 25
Tensió nominal (V) / Fusible protector (A)	400/63
Regulador	extern

A.6.1. Càlcul pel dimensionament de la bomba de calor

Per dimensionar la bomba s'ha partir d'una sèrie de dades de partida:

- Temperatura de l'aigua de retorn cap a la bomba de calor des de l'intercanviador del clavegueram: 8°C.
- Temperatura de l'aigua d'anada de la bomba de calor cap a l'intercanviador del clavegueram: 4,5°C.
- Temperatura de l'aigua d'anada de la bomba de calor cap als elements terminals que aprofiten l'energia: 50°C.
- Temperatura de l'aigua de retorn cap a la bomba de calor des dels elements dissipadors de calor: 40°C.

A partir de la temperatura de l'aigua que retorna de l'intercanviador del clavegueram cap a la bomba de calor (8°C), es pot trobar la potència tèrmica de la bomba de calor **Dimplex WI 90CG** és de **85 kW** (Figura 5).

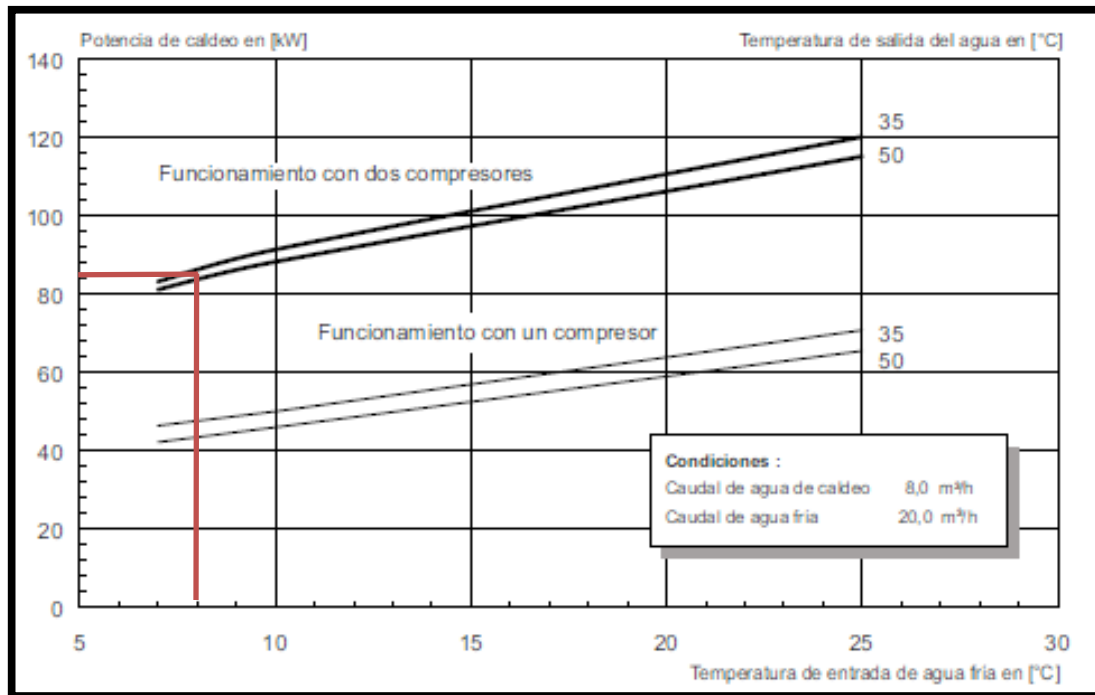


Figura 5. Gràfic per conèixer la potència tèrmica de la bomba de calor Dimplex WI 90CG. Font: http://www.dimplex.de/fileadmin/dimplex/downloads/planungshandbuecher/es/dimplex_phb-wp_es.pdf.

Per conèixer el cabal d'aigua del circuit d'aigua de calefacció. Es pot fer mitjançant la següent equació.

$$Cabal_{H_2O} = \frac{P_{max}}{\Delta T * \rho_{H_2O} * c_{H_2O}}$$

On,

- Cabal_{H₂O}** és el cabal d'aigua (m³/s)
- P_{max}** és la potència màxima (kW)
- ΔT** és la diferència de temperatura de l'aigua entre l'entrada i la sortida de l'equip (K)
- ρ_{H₂O}** és la densitat de l'aigua (kg/m³)
- c_{H₂O}** és el calor específic de l'aigua (kJ/KgK)

En el corrent calent de la bomba de calor que té una temperatura d'anada de 50°C i una de retorn de 40°C, s'ha determinat el següent cabal:

$$Cabal_{H_2O} = 0,00205 \text{ m}^3/\text{s} = 7.398,5 \text{ l/h}$$

El cabal d'aigua en el corrent calent és de **7.398,5 l/h**.

En el corrent fred de la bomba de fred que té una temperatura d'anada de 4,5°C i de retorn de 8°C, s'ha determinat el següent cabal:

$$\text{CaballH2O} = 0,00578 \text{ m}^3/\text{s} = 20.817 \text{ l/h}$$

El cabal d'aigua en el corrent fred és de **20.817 l/h**.

Per tant, el cabal que passa per l'intercanviador de calor situat en el clavegueram i que retorna a la bomba de calor és de **20.817 l/h** i el cabal que serveix per cobrir les necessitats tèrmiques de la instal·lació és de **7.398,5 l/h**.

A partir de la temperatura de l'aigua que retorna de l'intercanviador del clavegueram cap a la bomba de calor (8°C), es pot determinar el consum de potència de la bomba de calor Dimplex WI 90CG és de **22,75 kW** (inclòs el percentatge de potència de la bomba de calor) (Figura 6).

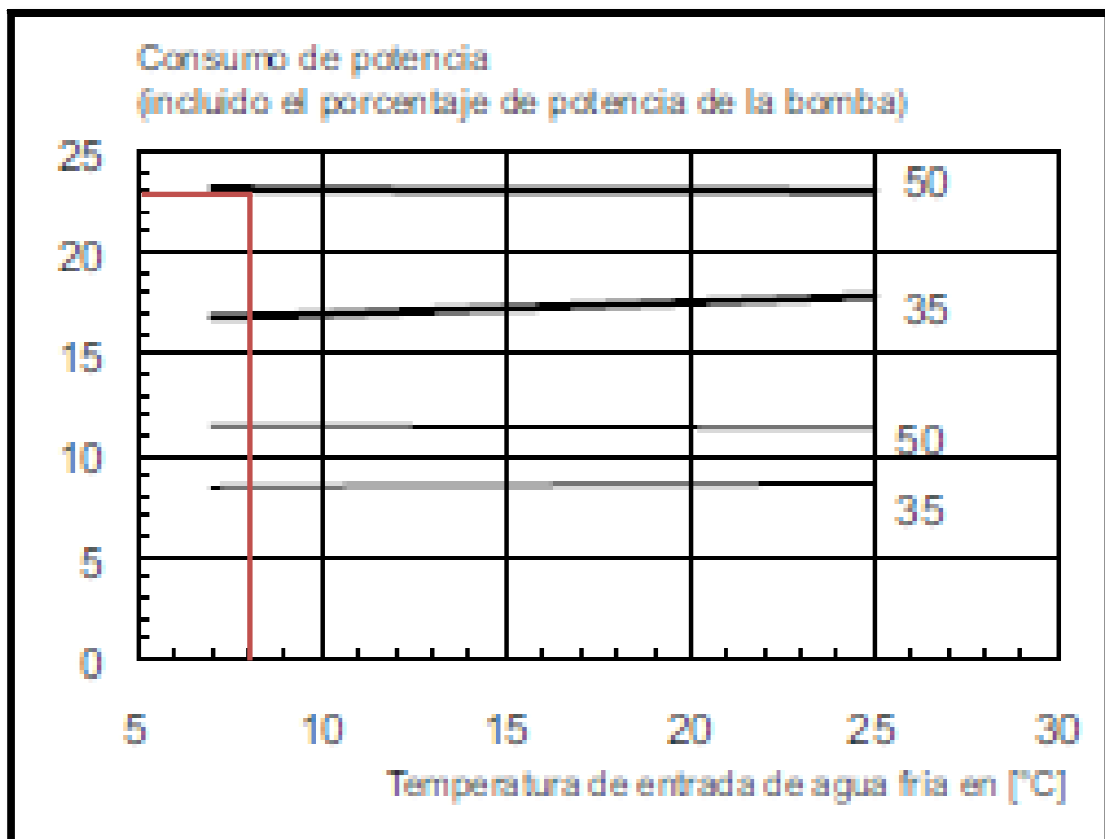


Figura 6. Gràfic per conèixer el consum de potència de la bomba de calor Dimplex WI 90CG. Font: http://www.dimplex.de/fileadmin/dimplex/downloads/planungshandbuecher/es/dimplex_phb-wp_es.pdf.

A partir de la temperatura de l'aigua que retorna de l'intercanviador del clavegueram cap a la bomba de calor (8°C), també es pot trobar el coeficient de rendiment (inclòs el percentatge de potència de la bomba) de la bomba de calor **Dimplex WI 90CG** de **3,75** (Figura 7).

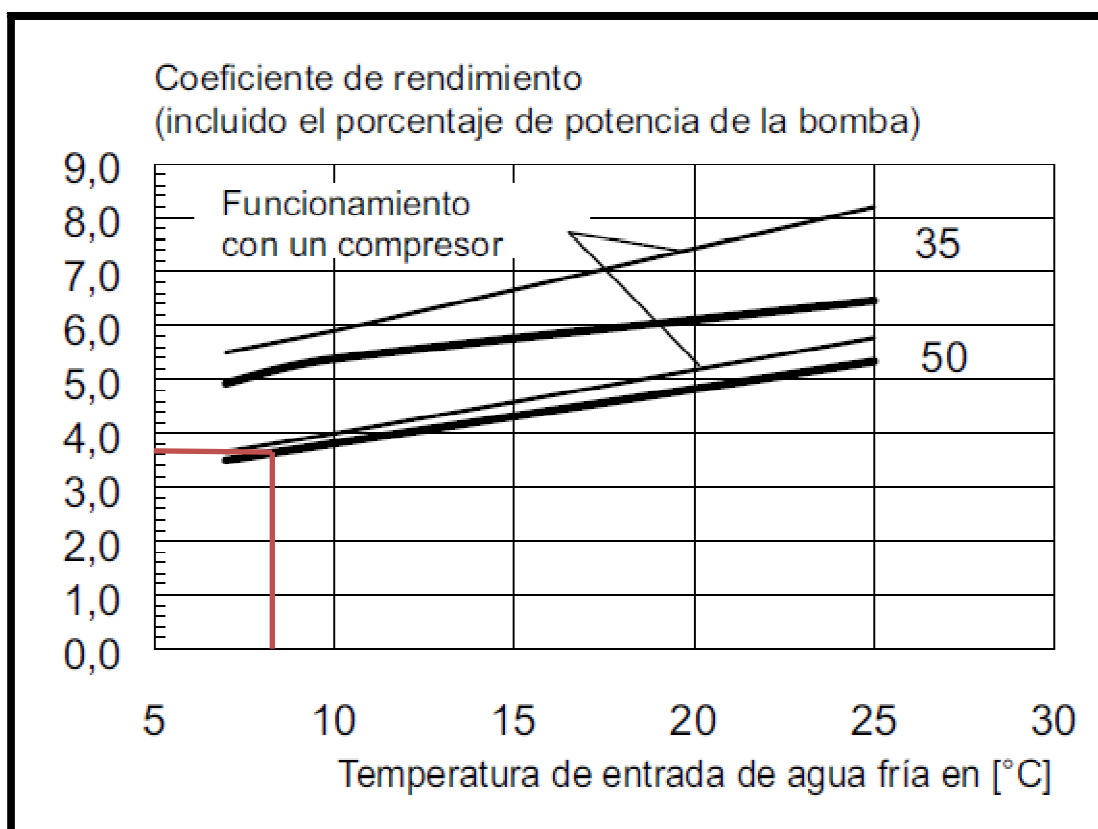


Figura 7. Gràfic per conèixer el coeficient de rendiment (COP) de la bomba de calor Dimplex WI 90CG. Font: http://www.dimplex.de/fileadmin/dimplex/downloads/planungshandbuecher/es/dimplex_phb-wp_es.pdf.

A partir del cabal d'aigua que circula per l'intercanviador del clavegueram i retorna a la bomba de calor (20.817 l/h) es pot trobar la pèrdua de pressió en l'evaporador de la bomba de calor **Dimplex WI 90CG** és de **20.500 Pa** (Figura 8).

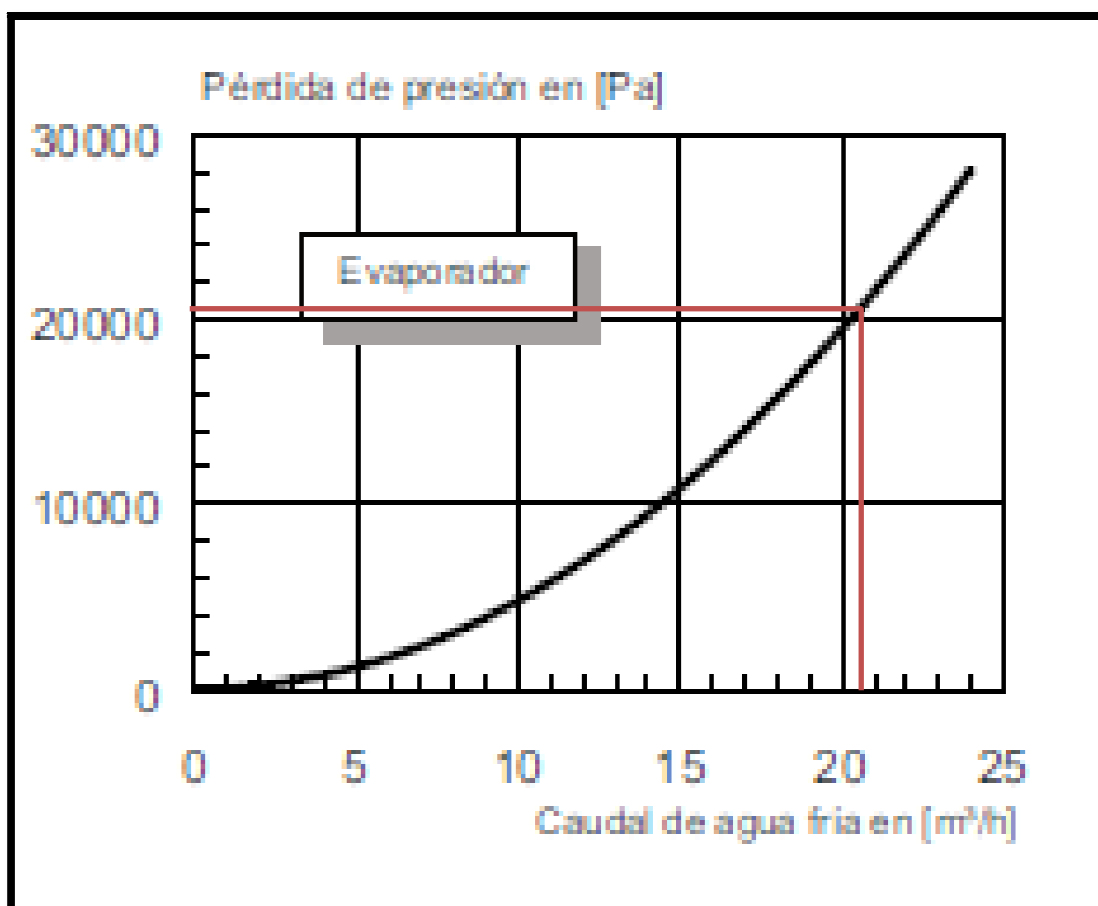


Figura 8. Gràfic per conèixer les pèrdues de pressió en l'evaporador de la bomba de calor Dimplex WI 90CG. Font: http://www.dimplex.de/fileadmin/dimplex/downloads/planungshandbuecher/es/dimplex_phb-wp_es.pdf.

A partir del cabal d'aigua que circula pel circuit calefacció de la bomba de calor (7.398,5 l/h), es pot trobar la pèrdua de pressió en el condensador de la bomba de calor **Dimplex WI 90CG** és de **11.750 Pa** (Figura 9).

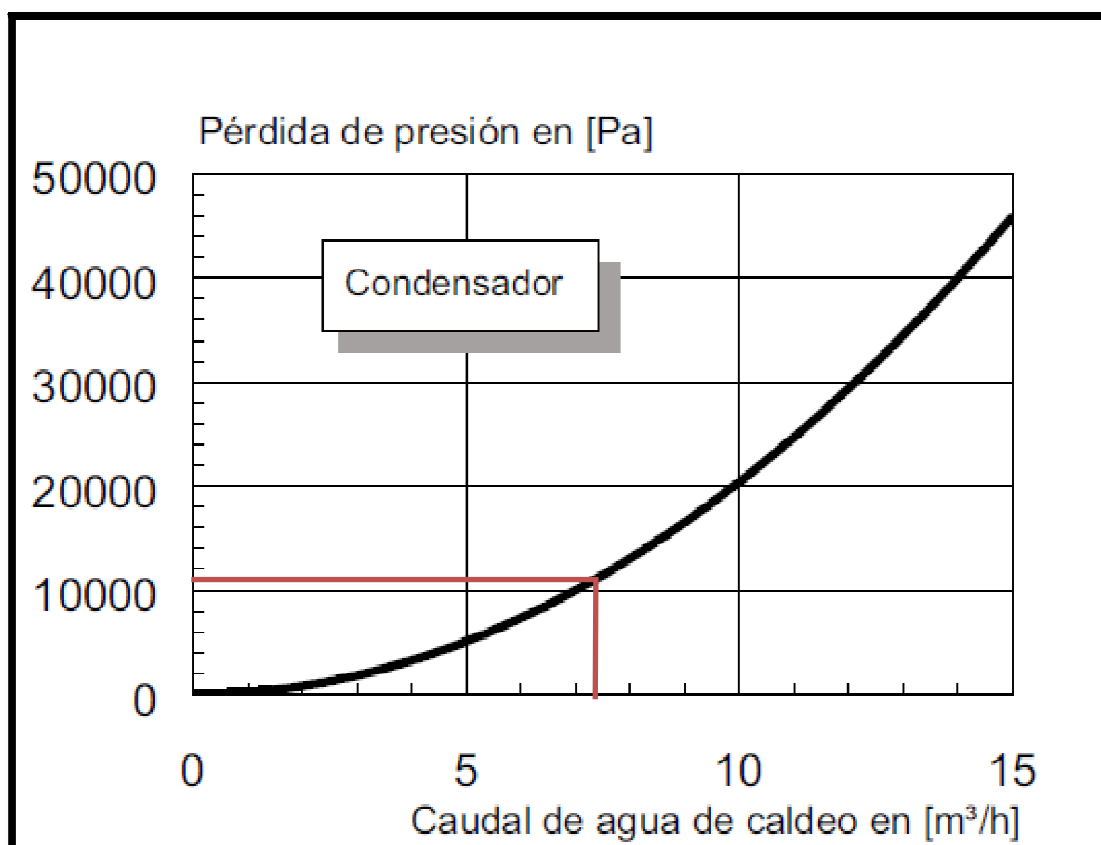


Figura 9. Gràfic per conèixer les pèrdues de pressió en el condensador de la bomba de calor Dimplex WI 90CG. Font:

http://www.dimplex.de/fileadmin/dimplex/downloads/planungshandbuecher/es/dimplex_phb-wp_es.pdf.

El resum de les característiques tècniques de les bombes de calor que s'utilitzen en l'estudi es poden veure en les següents taules (Taula 41;Taula 42).

Taula 41. Resum de les característiques de les bombes de calor aigua-aigua de la instal·lació.

Equips	Model	Tipus de refrigerant	Potència tèrmica de la bomba de calor (kW)	COP	Consum de potència (kW)
Bomba calor 1	Dimplex WI 90CG	R407C	85	3,75	22,75
Bomba calor 2	Dimplex WI 90CG	R407C	85	3,75	22,75
Total	-	R407C	170	3,75	45

Taula 42. Resum de les característiques de les bombes de calor aigua-aigua de la instal·lació.

Equips	Model	Cabal del corrent fred (l/h)	ΔT en el corrent fred	Pèrdua de pressió en l'evaporador (kPa)	Cabal del corrent calent	ΔT en el corrent calent	Pèrdua de pressió en el condensador (kPa)
Bomba de calor 1	Dimplex WI 90CG	20.817	3,5	20,5	7.398,5	10	11,75
Bomba de calor 2	Dimplex WI 90CG	20.817	3,5	20,5	7.398,5	10	11,75
Total	-	41.634	3,5	20,5	14.797	10	11,75

A.7. Intercanviador de calor

A.7.1. Introducció el dimensionament de l'intercanviador de calor

Alhora de dimensionar un intercanviador de calor per poder recuperar la calor de les aigües residuals urbanes (ARU) s'ha de tenir en compte diversos factors. Els factors que s'han d'avaluar són el perfil i el pendent del clavegueram, les temperatures fluctuants de les ARU, els depòsits en la superfície de l'intercanviador (biopel·lícules) i l'efecte de la disminució de temperatura de les ARU, en un futur tractament d'aquestes en estació depuradora d'aigües residuals (EDAR).

A.7.1.1. El material i el perfil del clavegueram

Els intercanviadors de calor es poden adaptar a tots els tipus de perfil que tenen els conductes de clavegueram. En l'actualitat es poden instal·lar intercanviadors de calor per totes les formes de clavegueram (rectangular, circular, ovalar, etc). Tal i com s'observa en la figura següent (Figura 10) hi ha diferents dissenys d'intercanviador de calor per adaptar-se en el perfil del clavegueram.

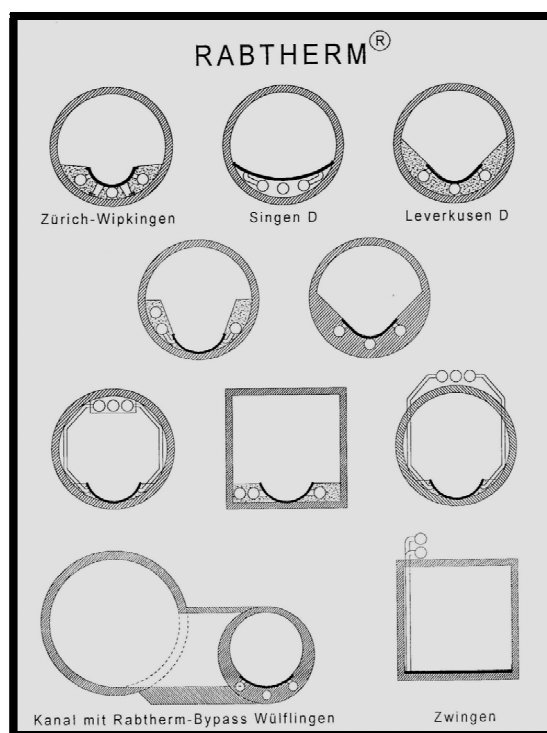


Figura 10. Diferents dissenys d'intercanviadors de l'empresa Rabtherm. Font: <http://formulare.landkreis-muenchen.de/cdm/cfs/eject/gen?MANDANTID=1&FORMID=3381>

Els conductes del clavegueram més adequats per la instal·lació d'un intercanviador de calor són els claveguerams fets de formigó o cement. Per contra els menys adequats són els de fibra de vidre, plàstic, acer i ceràmica de gres.

A.7.1.2. Pendent del clavegueram

El pendent del clavegueram té una importància secundària respecte a la instal·lació. Un major pendent del conducte provoca una major velocitat de les ARU a l'entrada de l'intercanviador de calor. Aquest fet millora la transferència de calor i fa que hi hagi més capacitat d'intercanvi de calor.

A.7.1.3. Reducció del rendiment de l'intercanviador per les biopel·lícules

Amb el temps es produeix una disminució de l'eficàcia de la transferència de calor de l'intercanviador degut a la formació de biopel·lícules en la seva superfície. Aquesta

formació de biopel·lícules provoca una reducció del coeficient de transferència de calor de l'intercanviador que es defineix com a **coeficient de transferència de calor (K)** i es calcula mitjançant un factor addicional.

Aquest factor addicional s'anomena **factor d'obstrucció (f)** i representa la resistència de transferència de calor addicional de la biopel·lícules. La unitat del factor d'obstrucció és la següent: W/m^2K .

Alguns estudis han demostrat que el rendiment de transferència de calor de l'intercanviador pot disminuir fins un 60% per culpa de formació de biopel·lícules. Wanner i col·laboradors (Wanner, 2003b) defineixen en la següent figura (Figura 11) com el rendiment de transferència de calor decreix en funció de la formació de biopel·lícules.

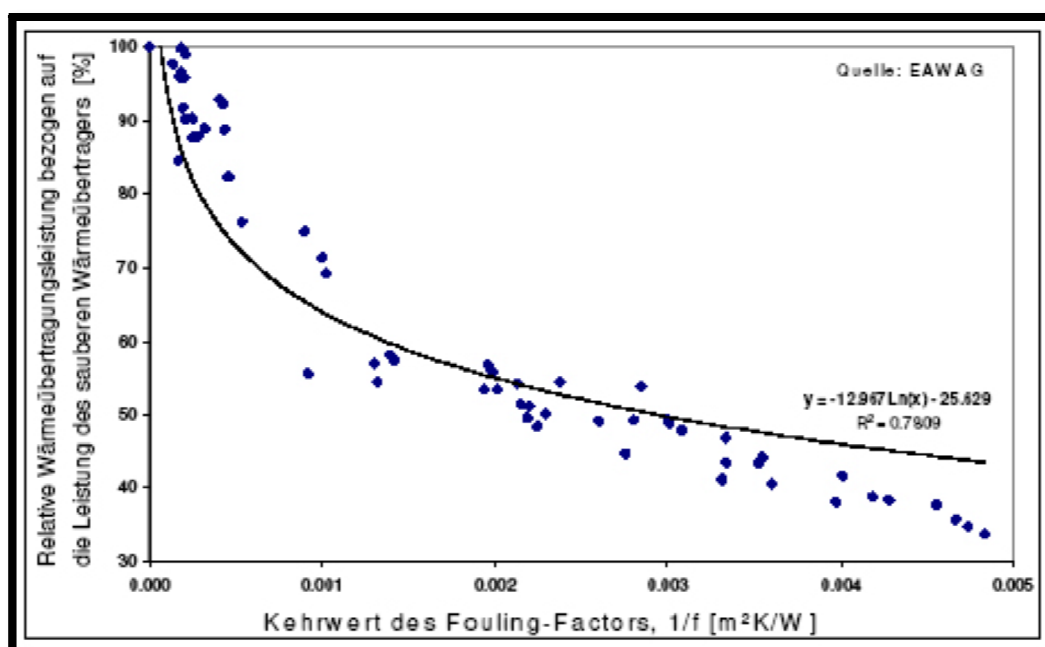


Figura 11. Rendiment relatiu de transferència de calor amb respecte a l'eficàcia de l'intercanviador de calor net (%) en funció de l'invers del factor d'obstrucció. (Vgl. Wanner, O. et al. (2003b), S.4).
Font: http://www.bfe.admin.ch/infrastrukturanlagen/01064/01130/index.html?lang=de&dossier_id=01693

A.7.1.4. Interpretació de la demanda de calor

La interpretació de la demanda de calor és important en instal·lacions amb sistema de producció de calor bivalent o multivalent. Ja que en els casos de producció monovalent no cal fer una interpretació perquè el 100% de la demanda de calor és coberta per la bomba de calor.

Un exemple per entendre la importància d'una bona interpretació de la demanda de calor és exemple que he trobat en document "Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen". En la figura (Figura 12) es descriu la corba de la carga anual de demanda de calor d'un sistema de calefacció bivalent amb una bomba de calor i una caldera.

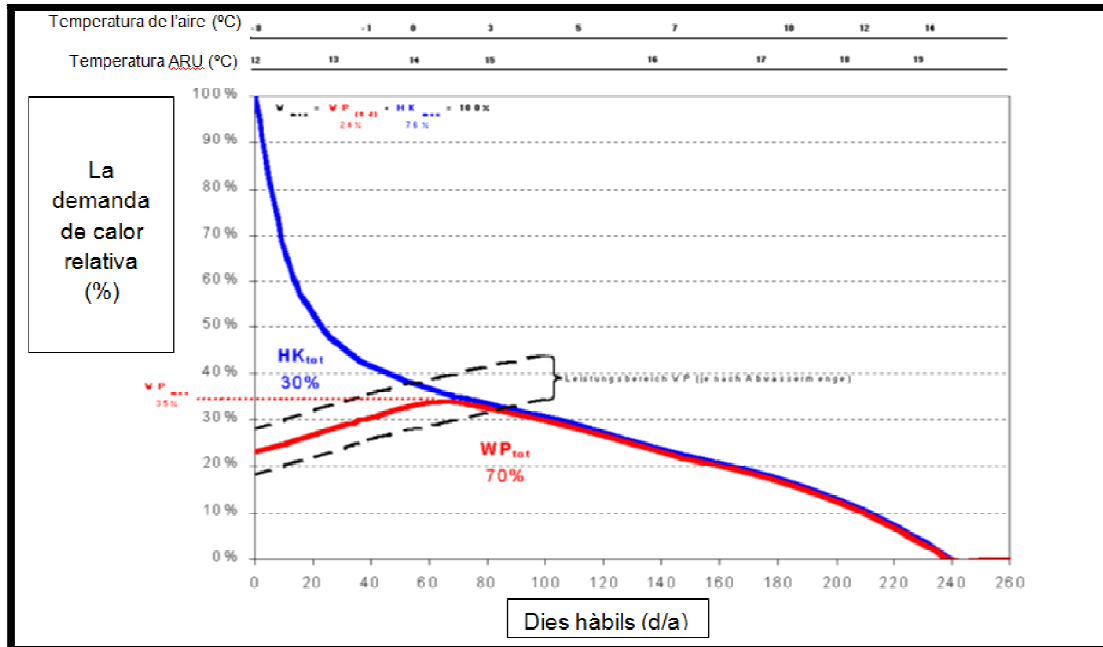


Figura 12. Corba de la carga anual de demanda de calor. (Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen, IKT – eigene Darstellung)

Font: http://www.bfe.admin.ch/infrastrukturanlagen/01064/01130/index.html?lang=de&dossier_id=01693

La corba de color blau mostra la demanda de calefacció en funció del número de dies de funcionament durant l'any (Figura 12). La corba vermella mostra la carga de calefacció que es cobreix en la bomba de calor. En aquest exemple la bomba de calor té una potència màxima del 30 al 40% de la potència màxima de la instal·lació. El 60 o 70% restant de la potència màxima requerida (el pic de la demanda) és cobert per una caldera. A més, els sistemes bivalents requereixen una la bomba de calor molt menor, resultant per tant molt més econòmica i amb un maneig molt més eficient que si es cobreix amb un sistema monovalent.

Les instal·lacions per la producció d'ACS en les que es requereixen temperatures elevades ($\geq 60^{\circ}\text{C}$, per la prevenció de la Legionel·la), és recomanable la utilització d'un sistema de producció d'energia bivalent.

A.7.1.5. Distribució temporal del cabal de les d'aigües residuals

La quantitat d'ARU també influeix en el dimensionament de l'intercanviador de calor i de les bombes de calor. En aquest estudi s'ha dimensionat les bombes de calor i els panells intercanviadors en funció del cabal d'ARU que circulen pel clavegueram durant l'època seca.

A.7.1.6. Equacions pel dimensionament de l'intercanviador

Per dimensionar l'intercanviador s'utilitzen una sèrie equacions:

- La primera equació serveix per trobar l'energia que han de cedir les ARU.

$$W_A = W_H - \frac{W_H}{COP}$$

On,

W_A és l'energia que cedeixen les aigües residuals (kW)

W_H és l'energia que requereix l'instal·lació (kW)

COP és rendiment de la bomba de calor

- La segona equació serveix per trobar la disminució de temperatura que es produeix en les aigües residuals.

$$\Delta T_{ARU} = \frac{W_A}{C_{H2O} * \rho_{H2O} * Q_A}$$

On,

ΔT_{ARU} és la disminució de temperatura que es produeix en les aigües residuals. (K)

c_{H2O} és la calor específica de l'aigua (Kj/kgK)

ρ_{H2O} és la densitat de l'aigua (kg/m³)

W_A és l'energia que cedeixen les aigües residuals (kW)

Q_A és el cabal de les ARU que passen pel clavegueram (m³/s)

- La tercera equació serveix per determinar l'àrea efectiva d'intercanvi

$$A_{WT} = \frac{W_A}{\Delta T_{WT} * k}$$

On,

A_{WT} és la superfície de l'intercanviador de calor (m²)

W_A és el rendiment de transferència de calor de l'intercanviador de calor (kW)

k és el coeficient de transferència de calor de l'intercanviador de calor (W/m²K)

ΔT_{WT} és la diferència de temperatura entre l'aigua residual i el medi circulant a l'intercanviador de calor (dispositiu del circuit secundari) (K)

Investigacions de l'Institut Federal de Ciència i Tecnologia Aquàtica (EAWAG) ha demostrat una reducció del rendiment de intercanviador degut a la formació de biopel·lícules és 40% aproximadament. Si es produeix una neteja periòdica de l'intercanviador la reducció del rendiment és reduïda a un 20%. Es per això que es realitzen neteges periòdiques (cada 2 o 6 mesos, depenen de lo brut que està l'intercanviador) dels conductes.

Els valors de dissenys aproximats pel funcionament de l'intercanviador de calor són els següents:

- 3-4 kW/m² amb baix risc de contaminació o neteja periòdica.
- 2-3 kW/m² sense neteja.

Per la determinació final de la geometria de l'intercanviador de calor (nombre d'elements i mètode instal·lació), s'utilitza com a base de càlcul l'àrea efectiva d'intercanvi (A_{WT}).

A.7.2. Elecció dels panells d'intercanviadors de calor

En aquest estudi s'han escollit els següents panells d'intercanviadors de calor de la marca **Rabtherm AG** que inclouen a més els tubs per on circula el fluid refrigerant (aigua). El diàmetre del clavegueram proposat és de 1.050 mm, el radi de superfície

d'intercanvi de 350 mm i el diàmetre dels tubs de PVC per on circula l'aigua és de 7,5 cm (Figura 13).

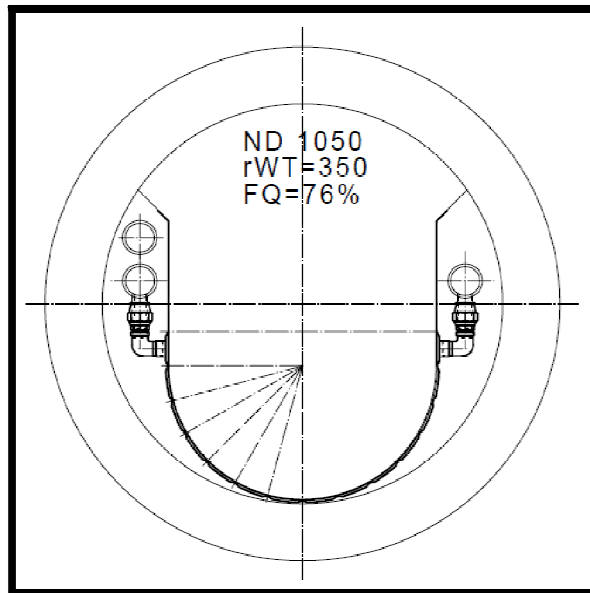


Figura 13. Secció de l'intercanviador de clavegueram.

A.7.3. Càlcul pel dimensionament dels panells d'intercanviadors del clavegueram

Els panells d'intercanvi de calor extreure la calor de les ARU i les subministra a través d'un tubs de plàstic a la bomba de calor. El fluid de transferència de calor en aquests estudi serà l'aigua. A continuació es descriuen els panells d'intercanvi de calor:

- Els panells d'intercanviadors de calor es situen a la solera del clavegueram per gravetat.
- El panells s'adapten a la mida del clavegueram.
- Els panells es poden instal·lar en clavegueram més grans de 800 mm de diàmetre.
- Els panells són d'acer inoxidable.
- Els panells tenen una longitud de 3 m.
- La longitud màxima factible per a una sèrie de panells en un clavegueram és de 200 m.

- Els panells tenen una capacitat de transferència de calor igual a 4 kW/m² en cas que l'àrea de contacte del panell estigui neta.

Les condicions inicials pel dimensionament de l'intercanviador per recuperar la calor de les aigües residuals són les següents:

- Energia que requereix la instal·lació: 170 kW.
- COP de la bomba de calor: 3,75
- Diàmetre nominal del clavegueram: 1.050 mm.
- Cabal mitja de les ARU: 51,7 l/s.
- El coeficient de transferència de calor de l'intercanviador de calor quan esta net (k): 0,86 kW/m²K.
- Factor per la formació de bio pel·lícules: 60%
- El coeficient de transferència de calor de l'intercanviador de calor amb incrustacions (k): 0,52 kW/m²K.
- Superfície de l'intercanviador de calor per m: 1,28 m² d'intercanviador/m

El primer pas per dimensionar l'intercanviador de calor és conèixer l'energia que han cedit les ARU. Per calcular-ho es fa mitjançant la següent equació:

$$W_A = W_H - \frac{W_H}{COP}$$

On,

W_A és l'energia que cedeixen les aigües residuals (kW)

W_H és l'energia que requereix la instal·lació (kW)

COP és rendiment de la bomba de calor

L'energia que cedeixen les aigües residuals en el nostre estudi és de **125 kW**.

$$W_A = 170 - \frac{170}{3,75} = 124,66 \text{ kW}$$

El segon pas és conèixer la disminució de temperatura que es produeix en les ARU. Per calcular-ho es fa mitjançant la següent equació:

$$\Delta T_{ARU} = \frac{W_A}{C_{H2O} * \rho_{H2O} * Q_A}$$

On,

ΔT_{ARU} és l'ARU de temperatura que es produeix en les aigües residuals. (K)

C_{H2O} és la calor específica de l'aigua (Kj/kgK)

ρ_{H2O} és la densitat de l'aigua (kg/m³)

W_A és l'energia que cedeixen les aigües residuals (kW)

Q_A és el cabal de les ARU que passen pel clavegueram (m³/s)

La disminució de la temperatura que es produeix en les ARU és de **0,57 K**.

$$\Delta T_{ARU} = \frac{125 \text{ kW}}{4,20 \text{ kJ/kgK} * 999,67 \text{ kg/m}^3 * 0,052 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,57$$

L'àrea efectiva d'intercanvi es calcula mitjançant la següent equació:

$$A_{WT} = \frac{W_A}{\Delta T_{WT} * k}$$

On,

A_{WT} és la superfície de l'intercanviador de calor (m²)

W_A és el rendiment de transferència de calor de l'intercanviador de calor (kW)

k és el coeficient de transferència de calor de l'intercanviador de calor (W/m²K)

ΔT_{WT} és la diferència de temperatura entre l'aigua residual i el medi circulant a l'intercanviador de calor (mitjana de la temperatura de l'aigua que circula per la bomba de calor i l'intercanviador de calor del clavegueram) (K)

La temperatura de l'ARU varia al llarg de l'any. La temperatura d'ARU per la qual s'ha dissenyat la instal·lació de recuperació de la calor de les ARU és de 10°C. Pel dimensionament de l'intercanviador del clavegueram s'ha agafat el cas més desfavorable en que pot treballar la instal·lació, perquè per seguretat la instal·lació no funcionarà quan la temperatura de les ARU sigui inferior a 10°C. La temperatura un cop ha passat per intercanviador ha de ser superior a 8°C per tal de no afectar sobre el possible rendiment d'una depuradora que es trobés després de l'intercanviador.

Temperatura mitjana de l'aigua que circula per la bomba de calor i l'intercanviador de calor del clavegueram és de :

$$(8 + 4,5)/2 = 6,25^{\circ}C$$

$$\Delta T = 10 - 6,25 = 3,75 K$$

La diferència de temperatura entre l'aigua residual i el medi circulant a l'intercanviador de calor és de **3,75 K**, i l'àrea efectiva d'intercanvi de **64 m²**.

$$A_{WT} = \frac{124,66 kW}{3,75 K * 0,52 W/m^2K} = 63,9 = 63,92 m^2$$

La longitud total de l'intercanviador calculada és de 50 m (64 m² d'àrea d'intercanvi * (1 m de panells/ 1,28 m² d'intercanvi) = 50 m de panells d'intercanviadors). Tenint en compte que la **longitud de l'intercanviador** ha de ser sempre múltiple de 3 (mida dels intercanviadors) en aquest estudi serà de **51 m**. El resum de les característiques dels panells es poden observar en la següent taula (Taula 43).

Taula 43. Resum de les característiques de l'intercanviador del clavegueram.

Característica	Unitats	Valors
Energia cedida per les ARU	kW	125
Cabal mitja d'ARU	l/s	51,7
Longitud de l'intercanviador	m	51
Temperatura de l'ARU a l'entrada	°C	10
Temperatura de l'ARU a la sortida	°C	9,43
ΔT_{ARU}	K	0,57
ΔT entre l'aigua residual i el medi circulant a l'intercanviador de calor	K	3,75
Coefficient de transferència de calor de l'intercanviador de calor amb incrustacions (k)	W/m ² K	0,52
Àrea efectiva d'intercanvi	m ²	65

A.8. Unitat de condicionament de l'aire de la sala de la piscina

La unitat de condicionament de l'aire i l'aigua amb recuperació de la calor ha de cobrir una sèrie de requisits:

- Cabal d'aire exterior mínim: 7.087,5 m³/h
- Quantitat màxima d'aigua a l'eliminar de l'aire: 49,1 kg/h
- Cabal de recirculació de l'aire (3 vegades el volum de la sala): 23.625 m³/h
- La demanda de calefacció per la sala de la piscina: 102,5 kW

A partir d'aquestes dades s'ha seleccionat la unitat de condicionament de la marca **Calorex model HRD 25**. L'equip Calorex model HRD 25 té dues configuracions. La configuració triada per l'estudi envia de manera esbiaixada la calor recuperada a l'aire de la piscina. En la següent figura (Figura 14) s'observen les característiques de l'equip Calorex model HRD.

Pool hall Air Temp at 28°C / Relative Humidity at 60%	HRD15	HRD20	HRD25	HRD30
Dehumidification Capacity				
Outside air at 29°C DB/20°C WB				
By refrigeration	34	45	68	88
TOTAL	63	116	152	210
Heat Output to Water at 26°C				
Under maximum demand (mode A)	40	60	95	117
Under maximum demand (mode B)	5	8	18	25
Heat Output to Air at 28°C 60% RH				
Under maximum demand (mode A)	-10	-15	10	14
Under maximum demand (mode B)	37	55	72	90
Additional Heat Output to Air at 28°C 60% RH by LPHW Battery				
Water on at 80°C	0-70	0-100	0-150	0-210
Sensible Air Cooling				
At 29°C 'Air-On' @ 60% RH	-20	-30	Mode	Mode
Recirculating Air Flow				
	12000	19500	25000	35000
@ Max External Total Pressure				
	250*	250*	300*	300*
Max Fresh Air Introduction				
	6000	13500	18000	25000
@ Max External Total Pressure				
	100	100	100	60
Nominal Power Installed				
(Dependent upon main fan duty)	17	23	31	44
Weight				
	1100	1400	2950	2980

Mode A = Recovered heat biased to pool water. (Pool water temperature not satisfied) Default Mode Mode B = Recovered heat biased to pool Air (Pool water temperature not satisfied)

Note: 'Nominal Power Installed' is the sum of the electrical motor ratings at full duty. Actual power consumption is dependent upon the level of swimming pool activity

* The nominal operating pressure can be increased or decreased to match the requirements of the installation

HEAT RECOVERY DEHUMIDIFIER APPLIED TO AN INDOOR SWIMMING POOL

Figura 14. Especificacions i funcionament de la unitat de condicionament de l'aire i l'aigua amb recuperació de la calor (Calorex HRD). Font: http://www.calorex.com/pool-heating/documents/HRD_En2.pdf

A.8.1. Càlcul pel dimensionament del conductes d'aire

El sistema de climatització de l'aire interior de la sala de la piscina empra 4 sistemes de conductes: un d'impulsió, un de retorn, un aspiració de l'aire exterior i un d'extracció de l'aire interior cap a l'exterior.

La unitat de condicionament de l'aire de la piscina amb recuperació de calor es troba situada sota el paviment en la sala de màquines. El conducte d'impulsió puja des de l'equip de condicionament fins a una altura de 8,5 metres respecte a la superfície del paviment de la sala de la piscina. El conducte d'impulsió es troben a la façana N i O de l'edifici. En la façana S de la sala de piscina es troba el conducte de retorn.

S'ha escollit una velocitat pel conducte d'impulsió de **7 m/s** i pel conducte de retorn de **5 m/s**. La velocitat en el conducte d'extracció i d'introducció de l'aire de l'exterior és de **5 m/s**. El material dels conductes és d'acer inoxidable **AISI 316**. La rugositat interior absoluta del conducte és de 0,09 mm.

La distribució dels conductes d'aire plantejada per la instal·lació es presenta esquemàticament a continuació (Figura 15).

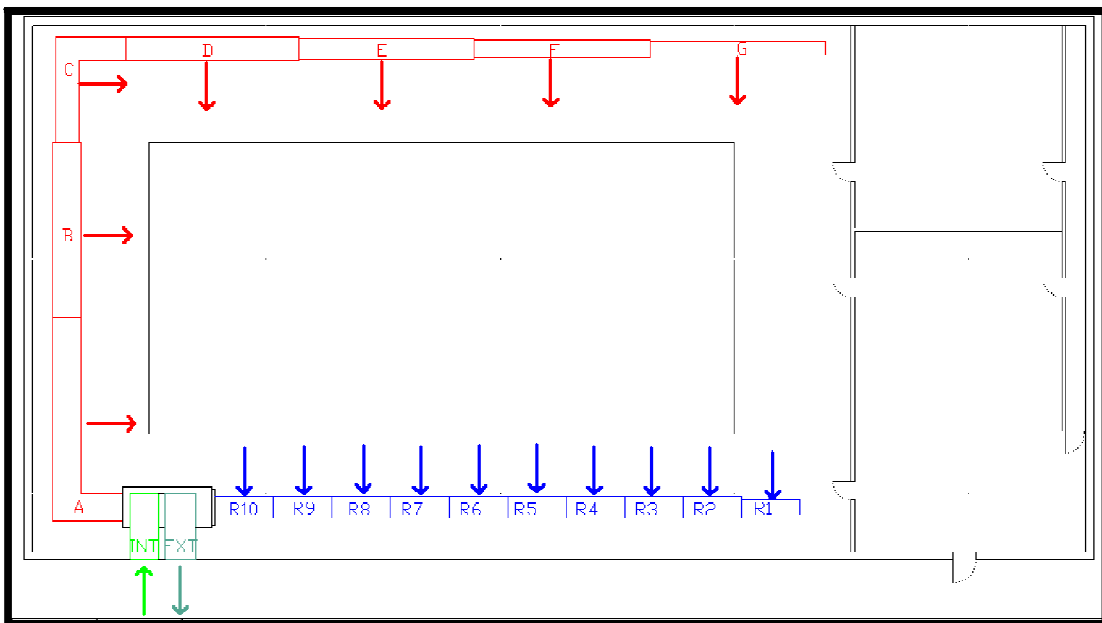


Figura 15. Esquema en planta del sistema de conductes d'aire per la climatització de la sala de la piscina.

Pel dimensionament dels conductes d'aire s'utilitza el mètode de pèrdua de càrrega constant. Aquest mètode consisteix en no variar substancialment la pèrdua de càrrega

per unitat de longitud al llarg de tot el conducte. Primer s'escull una velocitat inicial en el conducte principal tot just en la sortida de l'equip de condicionament de la sala de la piscina en el cas del conducte d'impulsió. Amb aquesta velocitat i amb el cabal d'aire existent s'obté la pèrdua de càrrega per unitat de longitud. Aquesta pèrdua de càrrega per unitat de longitud és la que es manté constant el llarg de tot el conducte. El diàmetre del conducte circular principal es determina a partir de la següent equació:

$$S = \frac{Q}{v}$$

On,

S és la secció del conducte (m)

Q és el cabal d'aire (m³/s)

v és la velocitat de l'aire en el conducte (m/s)

El dimensionament de la resta dels conductes s'obtenen a partir del primer, utilitzant l'àbac (Figura 16) que ens mostra la pèrdua de càrrega per fregament de l'aire dels conductes circulars rectilinis d'acer inoxidable. L'equació de la pèrdua de càrrega per on es construeix aquest gràfic és la següent:

$$\Delta P = 4 * e * \frac{v^{1,82}}{D^{1,22}} * L$$

On,

ΔP és la pèrdua de càrrega (mmca)

e és la rugositat absoluta del material

D és el diàmetre del conducte circular (cm)

v és la velocitat de l'aire dins del conducte (m/s)

L és la longitud del conducte

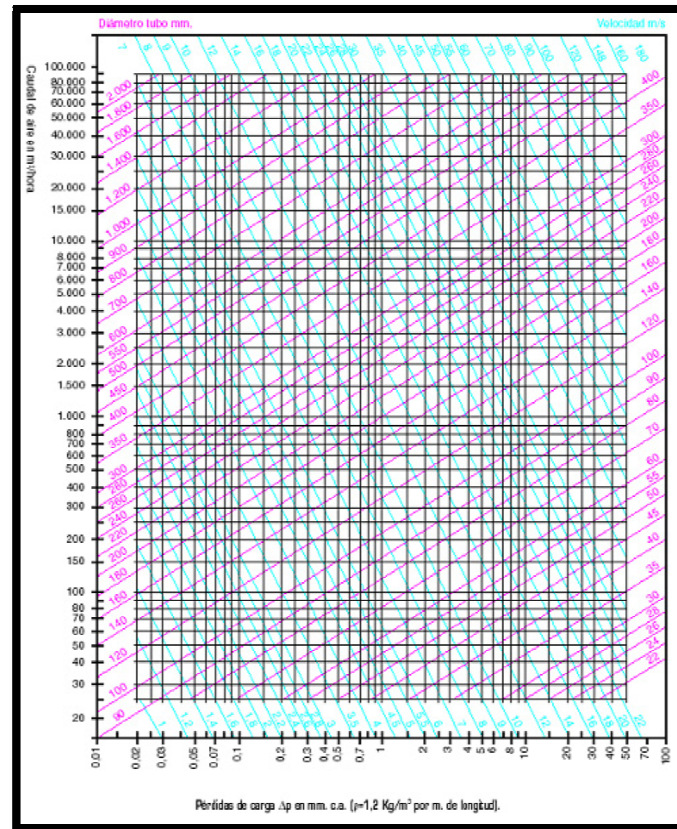


Figura 16. Àbac de les pèrdues de carga Δp en mm.c.a. per conductes circulars rectilinis d'acer inoxidable.

A.8.2. Dimensionament del conducte d'impulsió de la sala de la piscina

Les condicions pel dimensionament del conducte d'impulsió de la sala de la piscina són els següents:

- Cabal d'aire d'impulsió: 25000 m³/h
- Velocitat en el tram principal del conducte d'impulsió: 7 m/s
- Nombre de trams de conducte: 7 trams
- Longitud de cada tram: 7,5 m
- El cabal d'aire que surt per cada tram: 3.572 m³/h

La secció del conducte d'aire es pot trobar a partir de la següent equació:

$$S = \frac{Q}{v}$$

La secció del primer tram del conducte és de **0,99 m²** i el diàmetre de **1,12 m**.

La pèrdua de càrrega pel primer tram (25000 m³/h i 7 m/s) és 0,04 **mmca** per metre lineal de conducte. El dimensionat dels diferents trams de conducte es fa a partir de la relació entre el cabal i l'àrea de secció recta mantenint constant la pèrdua de carga (Taula 44).

Taula 44. Càlculs teòrics dels trams del conducte impulsíó. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aire que passa peltram del conducte, expressat en m³/h i en m³/s), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de conducte, expressada en mmca/m de longitud), V (velocitat de l'aire, expressada en m/s) i el diàmetre circular del conducte (mm).

Tram de conducte	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	ΔP (mmca/m de longitud)	V (m/s)	Diàmetre circular del conducte (mm)
A	25.000	6,94	0,04	7	1.124
B	21.429	5,95	0,04	6,9	1.048
C	17.857	4,96	0,04	6,45	990
D	14.286	3,97	0,04	6,1	910
E	10.714	2,98	0,04	5,6	823
F	7.143	1,98	0,04	5,15	700
G	3.571	0,99	0,04	4,4	536

Com que els diàmetres comercials de l'acer inoxidable són 350, 450, 500, 600, 700, 800, 1.000 i 1.200 mm, es tornen a calcular els resultats obtinguts amb els diàmetres disponibles. Aquest fet fa que la pèrdua de càrrega no sigui constant, però la petita variació que experimenta no fa que deixi de ser vàlida pel dimensionament. En la taula següent (Taula 45) s'observen els resultats supeditats als diàmetres del mercat.

Taula 45. Càlculs dels conductes a partir de diàmetres comercials. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aire que passa peltram del conducte, expressat en m³/h i en m³/s), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de conducte, expressada en mmca/m de longitud), V (velocitat de l'aire, expressada en m/s), el diàmetre circular del conducte (mm), altura i la base del conducte rectangular (mm).

Tram de conducte	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	ΔP (mmca/m de longitud)	V (m/s)	Diàmetre circular del conducte (mm)
A	25.000	6,94	0,32	6,5	1.200
B	21.429	5,95	0,023	5,5	1.200
C	17.857	4,96	0,034	6	1.000
D	14.286	3,97	0,024	4,9	1.000
E	10.714	2,98	0,023	4,5	900
F	7.143	1,98	0,036	4,9	700
G	3.571	0,99	0,024	3,5	600

A.8.3. Dimensionament del conducte de retorn de la sala de la piscina

Les condicions pel dimensionament del conducte de retorn de la sala de la piscina són les següents:

- Cabal d'aire de retorn: 25.000 m³/h
- Velocitat en el primer tram del conducte d'impulsió: 5 m/s
- Nombre de trams de conducte: 10 trams
- Longitud de cada tram: 2,5 m
- El cabal d'aire que entra per en el tram: 2.500 m³/h

Per calcular els conductes rectangulars d'acer inoxidable s'ha de trobar l'equivalència d'un diàmetre amb una secció rectangular del conducte (Figura 17;Figura 18).

En la taula següent (Taula 46) s'observen els resultats del conducte de retorn de l'aire de la piscina cap a la unitat de condicionament.

Taula 46. Dimensionament del conducte de retorn. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aire que passa pel tram del conducte, expressat en m³/h i en m³/s), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de conducte, expressada en mmca/m de longitud), V (velocitat de l'aire, expressada en m/s), el diàmetre circular del conducte (mm), altura i la base del conducte rectangular (mm).

Tram de cond	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	ΔP (mmca/m de longitud)	V (m/s)	Diàmetre circular del conducte (mm)	Base (mm)	Altura (mm)
R1	2.500	0,69	0,07	5	419	600	250
R2	5.000	1,39	0,07	6	543	900	300
R3	7.500	2,08	0,07	6,5	639	900	400
R4	10.000	2,78	0,07	7	711	900	500
R5	12.500	3,47	0,07	7,5	768	900	550
R6	15.000	4,17	0,07	7,8	825	900	600
R7	17.500	4,86	0,07	8	880	900	750
R8	20.000	5,56	0,07	8,2	929	900	800
R9	22.500	6,25	0,07	8,5	968	900	850
R10	25.000	6,94	0,07	8,8	1.002	900	900

TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, ÁREA DE LA SECCIÓN, DIÁMETRO EQUIVALENTE, Y TIPO DE CONDUCTO *

MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	100		200		250		300		350		400		450		500		550	
	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m²)	Diám. equiv. (mm)
250	0,036	213	0,048	249	0,06	267												
300	0,043	237	0,067	272	0,071	302	0,097	333										
350	0,048	249	0,067	292	0,084	328	0,109	361	0,119	389								
400	0,055	264	0,075	307	0,094	348	0,115	394	0,134	414	0,154	445						
450	0,061	280	0,084	329	0,106	369	0,133	407	0,161	432	0,173	470	0,188	507				
500	0,067	297	0,092	343	0,117	394	0,142	437	0,168	460	0,182	498	0,216	528	0,242	555		
550	0,072	305	0,10	359	0,128	404	0,166	447	0,184	485	0,21	518	0,238	557	0,264	582	0,282	612
600	0,078	315	0,107	377	0,133	422	0,169	465	0,188	503	0,229	547	0,257	574	0,288	607	0,316	638
650	0,082	326	0,118	394	0,149	435	0,182	483	0,214	524	0,246	567	0,278	597	0,31	630	0,341	664
700	0,088	335	0,123	398	0,158	450	0,193	498	0,229	547	0,266	582	0,301	620	0,333	655	0,368	692
750	0,093	348	0,13	409	0,168	465	0,205	514	0,244	559	0,283	602	0,32	640	0,36	677	0,392	711
800	0,099	356	0,137	419	0,179	478	0,218	529	0,26	576	0,301	620	0,341	661	0,381	699	0,418	734
850	0,105	368	0,146	432	0,188	490	0,23	544	0,274	602	0,318	637	0,36	678	0,404	713	0,443	758
900	0,109	374	0,153	442	0,198	504	0,242	558	0,288	607	0,336	655	0,379	696	0,424	739	0,467	775
950	0,113	381	0,16	452	0,208	516	0,255	572	0,303	622	0,352	671	0,398	714	0,448	757	0,494	799
1.000	0,118	389	0,167	463	0,216	526	0,267	585	0,318	637	0,366	686	0,418	723	0,469	776	0,517	816
1.050	0,123	396	0,172	470	0,225	536	0,276	595	0,33	659	0,384	701	0,436	747	0,482	792	0,54	834
1.100	0,128	404	0,18	480	0,233	546	0,288	607	0,343	662	0,401	716	0,453	762	0,513	810	0,568	852
1.150	0,132	412	0,186	489	0,242	556	0,298	618	0,359	678	0,419	725	0,472	777	0,534	823	0,589	869
1.200	0,137	419	0,193	498	0,25	567	0,31	630	0,373	691	0,43	742	0,481	790	0,543	841	0,611	897
1.250			0,198	506	0,26	577	0,32	641	0,384	701	0,448	757	0,51	808	0,573	856	0,633	903
1.300			0,205	514	0,27	587	0,33	651	0,398	714	0,463	770	0,53	824	0,584	871	0,656	916
1.350			0,212	521	0,278	595	0,343	664	0,41	724	0,478	782	0,548	836	0,614	896	0,679	936
1.400			0,218	531	0,286	605	0,354	674	0,422	734	0,482	792	0,563	849	0,636	902	0,702	957
1.450			0,225	539	0,294	615	0,365	684	0,434	744	0,507	806	0,58	852	0,654	915	0,724	965
1.500			0,237	544	0,303	622	0,376	694	0,448	756	0,523	819	0,602	876	0,673	927	0,747	983
1.600			0,244	559	0,32	640	0,392	709	0,472	778	0,548	841	0,636	892	0,714	956	0,79	1.038
1.700					0,336	656	0,416	729	0,497	798	0,58	862	0,668	927	0,762	981	0,831	1.034
1.800					0,355	674	0,436	746	0,527	820	0,61	885	0,697	946	0,788	1.004	0,876	1.063
1.900					0,38	696	0,464	763	0,543	834	0,632	900	0,735	971	0,824	1.029	0,923	1.089
2.000					0,394	707	0,478	762	0,57	854	0,67	926	0,766	991	0,853	1.052	0,961	1.113
2.100					0,502	800	0,594	876	0,698	949	0,782	1.028	0,9	1.075	0,996	1.133		
2.200					0,517	813	0,615	887	0,73	966	0,827	1.030	0,934	1.095	1,035	1,152		
2.300					0,535	828	0,64	905	0,763	982	0,868	1.056	0,962	1.113	1,081	1.177		
2.400					0,548	839	0,65	920	0,778	996	0,898	1.070	0,988	1.130	1,118	1.200		
2.500							0,685	937	0,797	1.020	0,907	1.080	1,046	1,155	1,138	1.210		
2.600									0,704	957	0,824	1.030	0,94	1,105	1,072	1,172	1,202	1.240
2.700									0,731	966	0,852	1.045	0,962	1,119	1,11	1,194	1,236	1.267
2.800									0,76	987	0,88	1.063	1,006	1,135	1,138	1,205	1,275	1.308
2.900											0,908	1.079	1,049	1,158	1,165	1,222	1,32	1.353
3.000											0,925	1.090	1,065	1,170	1,21	1,249	1,33	1.368
3.100											0,94	1.105	1,1	1,185	1,238	1,260	1,357	1.391
3.200											0,963	1.120	1,12	1,197	1,277	1,279	1,432	1,353
3.300													1,186	1,216	1,302	1,262	1,46	1,368
3.400													1,185	1,231	1,334	1,310	1,495	1,390
3.500													1,22	1,241	1,352	1,327	1,525	1,397
3.600													1,23	1,252	1,387	1,344	1,551	1,414

* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

Figura 17. Correspondència de conductes d'acer inoxidable rectangulars a circulars. Font: <http://www.emc.uj.es/asignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1082540441929>.

TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, ÁREA DE LA SECCIÓN, DIAMETRO EQUIVALENTE Y TIPO DE CONDUCTO * (Cont.)

MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	650		700		750		800		850		900		950		1.000	
	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Diám. equiv. (mm)
250																
300																
350																
400																
450																
500																
550																
600	0,344	656														
650	0,373	692	0,407	722												
700	0,401	716	0,437	749	0,472	777										
750	0,433	745	0,465	775	0,502	803	0,543	834								
800	0,457	765	0,487	795	0,526	825	0,576	859	0,618	889						
850	0,485	789	0,527	827	0,568	859	0,61	884	0,654	914	0,697	944				
900	0,517	813	0,549	837	0,602	875	0,644	909	0,692	940	0,738	977	0,783	1,002		
950	0,542	834	0,581	869	0,626	903	0,678	934	0,728	968	0,775	998	0,822	1,028	0,873	1,057
1.000	0,568	853	0,622	889	0,668	925	0,714	955	0,767	992	0,816	1,020	0,864	1,062	0,914	1,089
1.050	0,597	874	0,65	914	0,702	948	0,753	981	0,803	1,015	0,853	1,044	0,907	1,079	0,959	1,109
1.100	0,624	894	0,679	934	0,733	969	0,785	1,004	0,840	1,039	0,89	1,068	0,952	1,102	1,0	1,132
1.150	0,652	914	0,706	957	0,764	990	0,818	1,025	0,877	1,067	0,934	1,089	0,99	1,127	1,045	1,159
1.200	0,675	930	0,736	971	0,794	1,009	0,858	1,046	0,915	1,082	0,972	1,116	1,027	1,149	1,082	1,188
1.250	0,702	949	0,764	990	0,823	1,028	0,89	1,069	0,953	1,105	1,008	1,139	1,072	1,171	1,128	1,204
1.300	0,728	968	0,792	1,006	0,856	1,046	0,924	1,089	0,99	1,126	1,054	1,167	1,118	1,198	1,173	1,267
1.350	0,755	984	0,818	1,025	0,88	1,066	0,968	1,108	1,018	1,143	1,082	1,187	1,155	1,219	1,22	1,265
1.400	0,779	999	0,848	1,042	0,92	1,084	0,99	1,126	1,058	1,163	1,129	1,201	1,2	1,241	1,268	1,329
1.450	0,798	1,011	0,877	1,060	0,952	1,102	1,018	1,143	1,092	1,184	1,155	1,223	1,238	1,280	1,312	1,336
1.500	0,822	1,027	0,902	1,074	0,97	1,119	1,055	1,155	1,128	1,202	1,2	1,242	1,275	1,309	1,35	1,378
1.550	0,847	1,037	0,922	1,105	1,025	1,154	1,118	1,199	1,182	1,239	1,279	1,300	1,358	1,321	1,432	1,356
1.600	0,823	1,008	1,008	1,135	1,081	1,185	1,153	1,229	1,267	1,275	1,35	1,378	1,441	1,359	1,525	1,396
1.650	0,861	1,075	1,063	1,165	1,147	1,215	1,248	1,282	1,331	1,309	1,423	1,301	1,615	1,395	1,608	1,405
1.700	0,888	1,141	1,108	1,194	1,21	1,245	1,302	1,292	1,398	1,340	1,498	1,309	1,639	1,430	1,632	1,470
1.750	0,923	1,008	1,008	1,135	1,081	1,185	1,153	1,229	1,267	1,275	1,35	1,378	1,441	1,359	1,525	1,396
1.800	0,961	1,075	1,063	1,165	1,147	1,215	1,248	1,282	1,331	1,309	1,423	1,301	1,615	1,395	1,608	1,405
1.850	0,988	1,141	1,108	1,194	1,21	1,245	1,302	1,292	1,398	1,340	1,498	1,309	1,639	1,430	1,632	1,470
1.900	1,043	1,169	1,165	1,219	1,267	1,272	1,359	1,321	1,46	1,369	1,572	1,378	1,673	1,452	1,775	1,505
1.950	1,108	1,182	1,22	1,249	1,312	1,299	1,423	1,350	1,525	1,397	1,636	1,448	1,748	1,495	1,858	1,542
2.000	1,185	1,217	1,266	1,272	1,388	1,325	1,489	1,390	1,599	1,429	1,71	1,478	1,821	1,538	1,932	1,575
2.050	1,192	1,277	1,312	1,299	1,433	1,358	1,543	1,398	1,665	1,457	1,775	1,507	1,885	1,587	2,015	1,604
2.100	1,228	1,258	1,368	1,255	1,469	1,371	1,60	1,425	1,72	1,486	1,821	1,530	1,95	1,580	2,098	1,629
2.150	1,285	1,285	1,385	1,344	1,545	1,402	1,655	1,455	1,775	1,508	1,905	1,562	1,988	1,600	2,185	1,664
2.200	1,35	1,315	1,48	1,369	1,58	1,422	1,72	1,485	1,84	1,538	1,98	1,592	2,085	1,639	2,228	1,690
2.250	1,368	1,325	1,498	1,389	1,627	1,443	1,775	1,508	1,895	1,605	2,085	1,612	2,17	1,669	2,283	1,718
2.300	1,386	1,345	1,552	1,410	1,682	1,473	1,82	1,528	1,95	1,632	2,08	1,632	2,265	1,702	2,375	1,745
2.350	1,46	1,370	1,6	1,432	1,747	1,495	1,878	1,552	2,035	1,675	2,17	1,670	2,295	1,715	2,425	1,762
2.400	1,487	1,387	1,645	1,451	1,793	1,515	1,932	1,575	2,095	1,699	2,235	1,695	2,41	1,769	2,515	1,794
2.450	1,535	1,402	1,7	1,475	1,83	1,532	1,985	1,605	2,145	1,690	2,33	1,728	2,45	1,775	2,605	1,825
2.500	1,58	1,425	1,738	1,492	1,878	1,552	2,06	1,638	2,19	1,679	2,37	1,744	2,525	1,800	2,695	1,845
2.550	1,638	1,436	1,785	1,512	1,922	1,570	2,08	1,655	2,285	1,703	2,43	1,765	2,61	1,830	2,785	1,880
2.600	1,665	1,456	1,822	1,528	1,978	1,582	2,125	1,680	2,32	1,723	2,485	1,785	2,65	1,845	2,82	1,900
2.650	1,71	1,478	1,877	1,550	2,06	1,627	2,23	1,689	2,395	1,752	2,545	1,805	2,715	1,869	2,915	1,932
2.700	1,728	1,490	1,905	1,562	2,085	1,630	2,28	1,715	2,43	1,765	2,61	1,829	2,765	1,885	2,985	1,948

* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

Figura 18. Correspondència de conductes d'acer inoxidable rectangulars a circulars. Font: <http://www.emc.uj.es/asignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1082540441929>.

L'àrea equivalent del conducte rectangle obtinguda a partir de les taules no és exactament l'àrea de la secció trobada a partir de la equació de la pèrdua de càrrega, i cal per tant, torna a calcular la velocitat i la pèrdua de càrrega a partir de l'àbac de la figura (Figura 16). Aquest fet fa que la pèrdua de càrrega no sigui constant, però la petita variació que aquesta experiència no fa que deixi de ser vàlida pel dimensionament. En la taula següent (Taula 47) s'observen els resultats supeditats a la superfície del conducte rectangle.

Taula 47. Dimensionament del conducte de retorn. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aire que passa pel tram del conducte, expressat en m³/h i en m³/s), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de conducte, expressada en mmca/m de longitud), V (velocitat de l'aire, expressada en m/s), el diàmetre circular del conducte (mm), altura i la base del conducte rectangular (mm).

Tram de cond.	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	ΔP (mmca/m de longitud)	V (m/s)	Diàmetre circular del conducte (mm)	Base (mm)	Altura (mm)
R1	2.500	0,69	0,07	5	422	600	250
R2	5.000	1,39	0,12	6,2	556	900	300
R3	7.500	2,08	0,07	6,5	656	900	400
R4	10.000	2,78	0,07	7	736	900	500
R5	12.500	3,47	0,075	7,6	775	900	550
R6	15.000	4,17	0,08	7,8	813	900	600
R7	17.500	4,86	0,06	7,5	909	900	750
R8	20.000	5,56	0,068	8,1	940	900	800
R9	22.500	6,25	0,072	8,6	971	900	850
R10	25.000	6,94	0,07	8,8	1.002	900	900

A.8.4. Dimensionament dels conductes d'introducció i d'extracció de l'aire de l'exterior

Les condicions pel dimensionament dels conductes d'extracció i d'introducció de l'aire de l'exterior són els següents:

- Cabal d'aire d'extracció: 18.000 m³/h
- Cabal d'aire d'introducció: 16.200 m³/h
- Velocitat de l'aire per els conductes: 5 m/s

El cabal d'aire d'introducció és un 10% menor, a causa de la depressió que es vol tenir a dins de la sala de la piscina. A partir de l'àbac (Figura 16) i tenint en compte la velocitat és de 5 m/s es pot trobar el conducte circular. Amb les figures (Figura

17;Figura 18) es pot trobar l'equivalència del diàmetre circular amb la secció del conducte rectangular. En la taula (Taula 48) s'observen els resultats dels conductes d'introducció i d'extracció de l'aire de l'exterior.

Taula 48. Dimensionament del conducte d'introducció i d'extracció d'aire de l'exterior. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aire que passa pel tram del conducte, expressat en m³/h i en m³/s), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de conducte, expressada en mmca/m de longitud), V (velocitat de l'aire, expressada en m/s), el diàmetre circular del conducte (mm), altura i la base del conducte rectangular (mm).

Conducte	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	ΔP (mmca/m de longitud)	V (m/s)	Diàmetre circular del conducte (mm)	Base (mm)	Altura (mm)
Introducció d'aire de l'exterior	16.200	4,55	0,021	5	1.075	1.200	800
Extracció d'aire a l'exterior	18.000	5,00	0,02	5	1.128	1.300	800

A.8.5. Dimensionat dels colzes

En la instal·lació d'aquest estudi hi ha 4 colze del conducte circular d'impulsió, 2 del conducte rectangular de retorn, 1 del conducte rectangular d'introducció i 1 altre pel conducte rectangular d'extracció d'aire cap a l'exterior.

Els colzes tenen una desviació de 90°. El càlcul de la pèrdua de càrrega es determina la longitud equivalent, a continuació s'ha de multiplicar la longitud equivalent per la pèrdua de càrrega lineal del tram corresponent.

Dimensionat dels colzes dels conductes circulars.

Per els colzes dels conductes circulars s'utilitza un colze suau de 90° amb una relació Radi colze/diàmetre secció =1.5 (Figura 19). La relació Longitud equivalent/diàmetre secció=9.

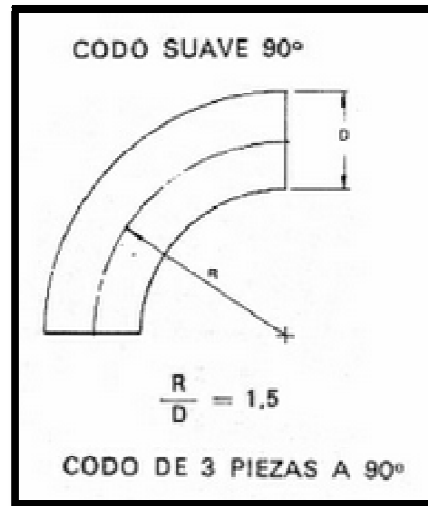


Figura 19. Colze suau de 90°. Font:

<http://www.emc.uji.es/assignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1082540441929>.

En la taula (Taula 49) s'observen els resultats de longitud equivalent dels colzes circulars.

Taula 49. Longitud equivalent del colzes del conducte circular.

Tram de conducte	Nombre de colzes	Diàmetre del conducte (mm)	Longitud equivalent (m)
A	3	1.200	10,8
C	1	1.000	9

Dimensionat dels colzes dels conductes rectangulars.

Els colzes rectangulars són del tipus reduït amb aletes directrius per a facilitar la conducció de l'aire. El nombre d'aletes o guies necessàries es determinen un cop conegudes les dimensions del conducte.

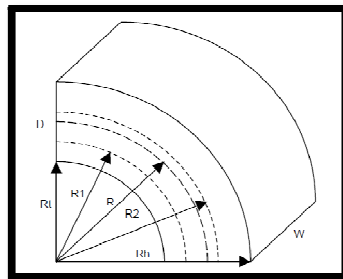


Figura 20. Dimensions principals d'un colze rectangular. Font:

<http://www.emc.uji.es/assignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1082540441929>.

Tal i com s'observa en la figura anterior (Figura 20) es distingeixen les diferents longituds característiques d'aquests colzes R_t és el radi interior, R el mitjà, R_h l'exterior i R_1, R_2 i R_3 són els radis de les guies.

A la taula (Taula 50) es presenten les dimensions dels colzes rectangulars, el nombre de guies per a cada colze i les longituds equivalents d'aquests:

Taula 50. Longituds equivalents dels colzes rectangulars. En la taula es reflecteixen els valors de W (amplada del colze, expressada en mm), D (altura del colze, expressat en mm), R_t (radi interior del colze, expressat en mm), R_h (radi exterior del colze, expressat en mm), R_1 (radi de la guia, expressat en mm) i R_2 (radi de la guia, expressat en mm).

Tram del conducte	Nombre de colzes	W (mm)	D (mm)	R_t (mm)	R_h (mm)	nombre de guies	R_1 (mm)	R_2 (mm)	Longitud equivalent (m)
Retorn R 10	2	900	900	150	1.050	2	300	600	6,59
Introducció	1	1.200	800	150	950	2	280	620	7,14
Extracció	1	1.300	800	150	950	2	280	620	7,44

A.8.6. Dimensionament del difusors

Els difusors són mòduls de petita secció que es posen en conjunts, de tal manera que s'extregui el cabal d'aire del conducte per a cada tram cap a l'interior de la sala.

El difusor elegit ha estat el model **TAD-100** de la marca **Salvador Escoda**. Per a la selecció del nombre de difusors s'han d'establir uns paràmetres previs per després determinar el cabal d'aire que ha de passar per cada mòdul. S'estableixen les següents condicions:

- La velocitat final dels difusors (V_L): 0.5 m/s.
- La longitud (L) que arriba amb una velocitat de 0,5 m/s: 9.5 m

A partir de la V_L i la L (Figura 21) es pot determinar el cabal d'aire per a cada mòdul, la velocitat efectiva i la pèrdua de càrrega que experimenta un cop a sortir pel difusor. Els resultats es poden veure en la taula (Taula 51).

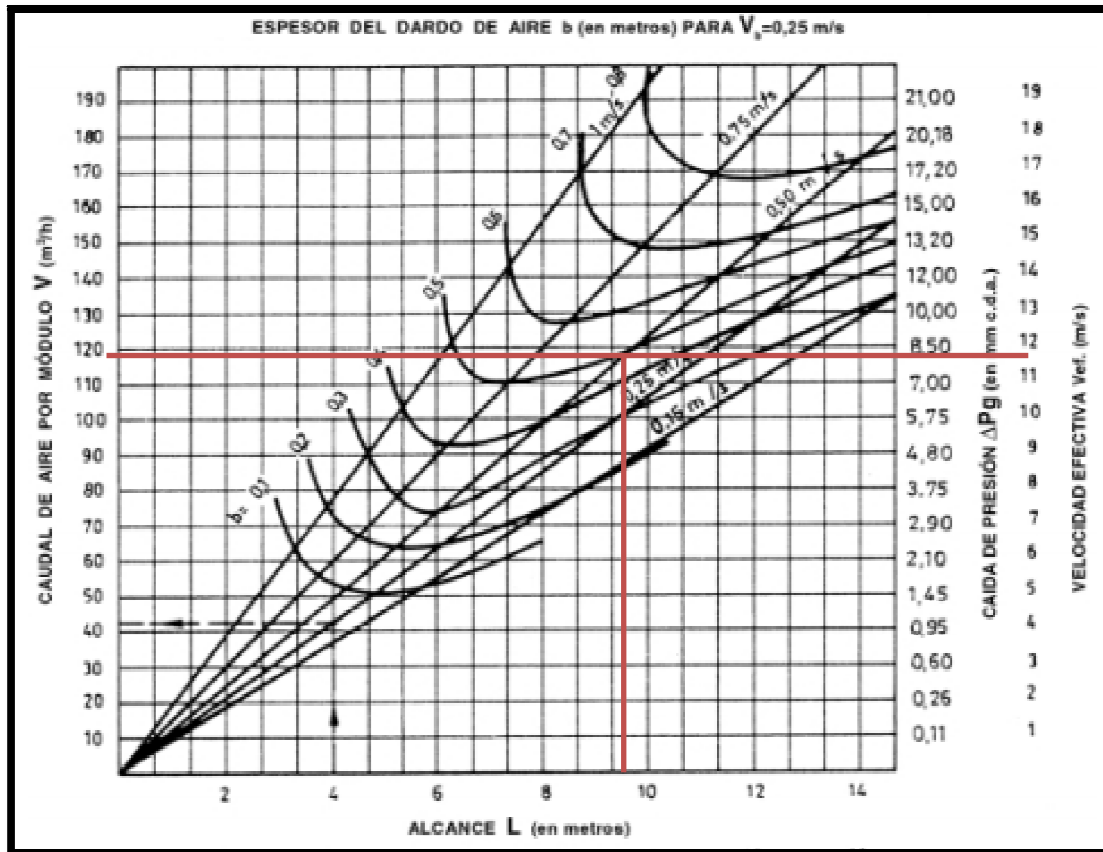


Figura 21. Diagrama per dimensionar el difusor. Font: <http://www.salvadorescoda.com/tecnico/CM/02-DifusoresModularesMovair.pdf>.

Taula 51. Característiques del difusor. En la taula es reflecteixen els valors de L (longitud que arriba a una velocitat V_L , expressada en m), V_L (velocitat final dels difusors, expressada en m/s), $V_{efectiva}$ (velocitat efectiva, expressada en m/s), cabal d'aire per mòdul (m^3/h) i ΔP (pèrdua de càrrega dels difusors, expressats en mmca).

Element	L (m)	V_L (m/s)	$V_{efectiva}$ (m/s)	Cabal per mòdul (m^3/h)	ΔP (mmca)
Difusors	9.5	0,5	11.8	119	8.2

Per calcular el nombre de difusors per cada tram s'utilitza la següent equació:

$$\text{Nombre de difusor per tram} = \frac{\text{Cabal que surt per el tram} \left(\frac{m^3}{h}\right)}{\text{Cabal per mòdul del difusor} \left(\frac{m^3}{h}\right)} = \frac{3.571 \left(\frac{m^3}{h}\right)}{119 \left(\frac{m^3}{h}\right)} = 30 \text{ difusors}$$

El nombre de difusors per tram és de **30 difusors**. Es disposaran en cada tram de conducte els difusors en 6 grups de 5 difusors per tram de conducte circular. La pèrdua de càrrega de tot el conjunt serà igual a un sol difusor ja que estan disposats

en paral·lel. El nivell sonor dels difusors és de **30 dBA** que és inferior el màxim permès que són 50dBA.

A.8.7. Dimensionament de les reixes del conducte de retorn

Pel dimensionament de les reixes de retorn s'han de considerar tres paràmetres: 1) la pressió estàtica, 2) el cabal i 3) el nivell sonor generat per la reixa. En cada tram de conducte rectangular hi ha una reixa per on entren 2500 m³/h d'aire provinent de la sala de la piscina. S'ha considerat que la V_F és de 5 m/s.

Les reixes triades són les de la marca **Madel** model **DMT**.

A partir de la V_F i el cabal d'aire (Figura 22) es pot determinar les dimensions de la reixa, el nivell sonor i la pèrdua de càrrega. Els resultats es poden veure en la taula següent (Taula 52).

Taula 52. Característiques de les reixes. En la taula es reflecteixen els valors del nombre de reixes, ΔP (pèrdua de càrrega de les reixes, expressades en mmca), nivell sonor (dBA) i les dimensions de la reixa en (mm).

Element	Nombre de reixes	ΔP (mmca)	Nivell sonor (dBA)	Dimensions reixa (mm x mm)
Reixes	10	1,5	35	250x1.000

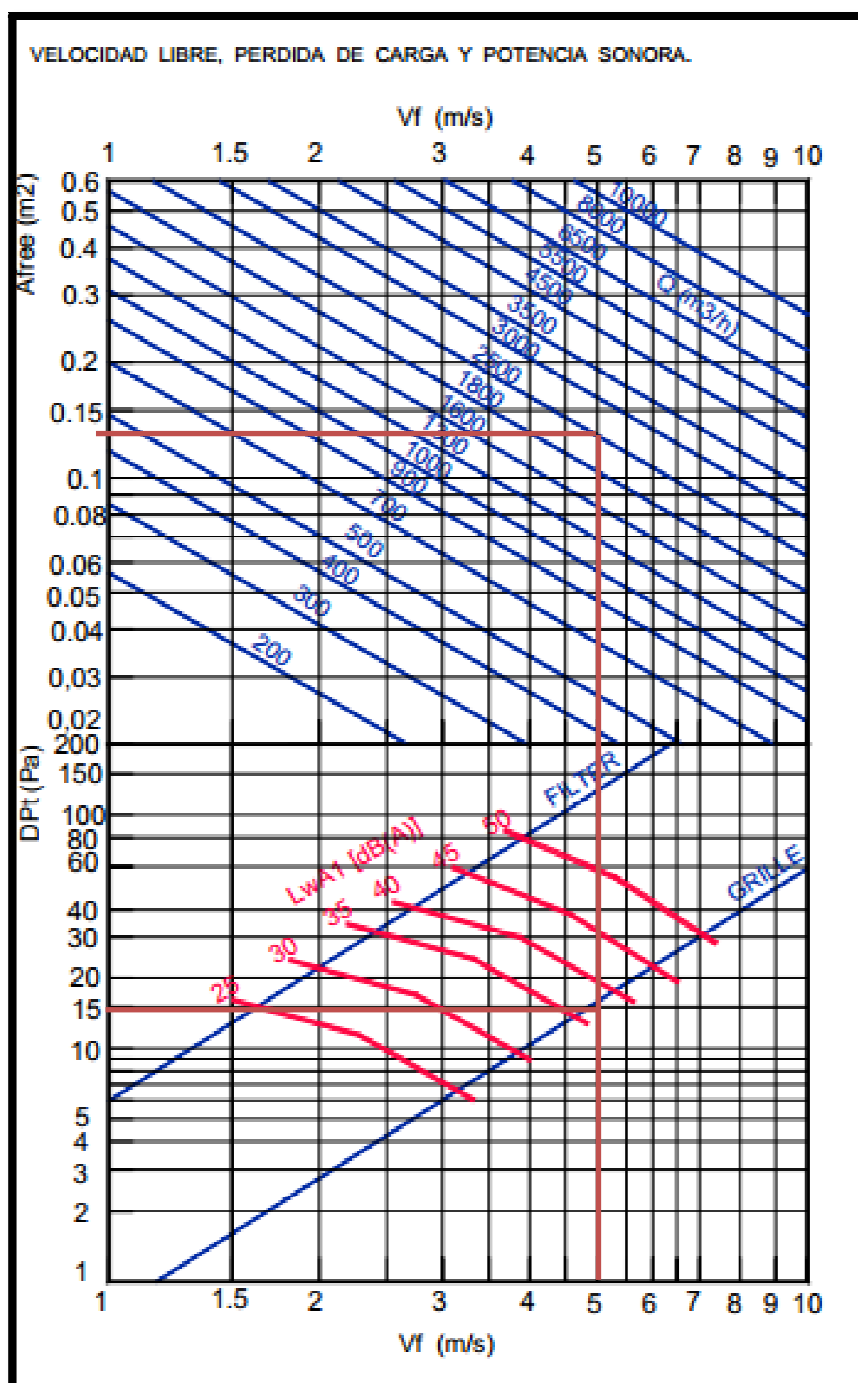


Figura 22. Diagrama pel dimensionament de les reixes de retorn.
 Font: http://www.madel.com/download/MADEL_DMT_GB%20.pdf.

A.8.8. Dimensionament de les reixes dels conductes d'introducció i d'extracció de l'aire de l'exterior

Les reixes dels conductes d'introducció i d'extracció de l'aire de l'exterior han de ser més resistents ja que han de suportar les condicions de l'exterior.

Les reixes triades són les de la marca **Madel** model **DXT-A**.

S'ha considerat que la V_F és de 3,25 m/s.

La selecció de la reixa és igual per la reixa d'extracció com per la reixa d'introducció. Mitjançant la figura (Figura 23) es pot dimensionar la mida de la reixa, la pèrdua de càrrega, el nivell sonor i l'àrea lliure. Els resultats obtinguts es poden observar en la taula (Taula 53).

Taula 53. Dimensionament de les reixes exteriors. En la taula es reflecteixen els valors del cabal d'aire (m^3/h), dimensions de la reixa (mm), ΔP (pèrdua de càrrega de les reixes, expressades en mmca).

Element	Cabal d'aire (m^3/h)	Dimensions reixa	ΔP (mmca)	Nivell sonor (dBA)	Flames
Reixa d'introducció	16.200	1.000x2.000	3,5	50	20
Reixa d'exterior	18.000	1.000x2.000	3,5	50	20

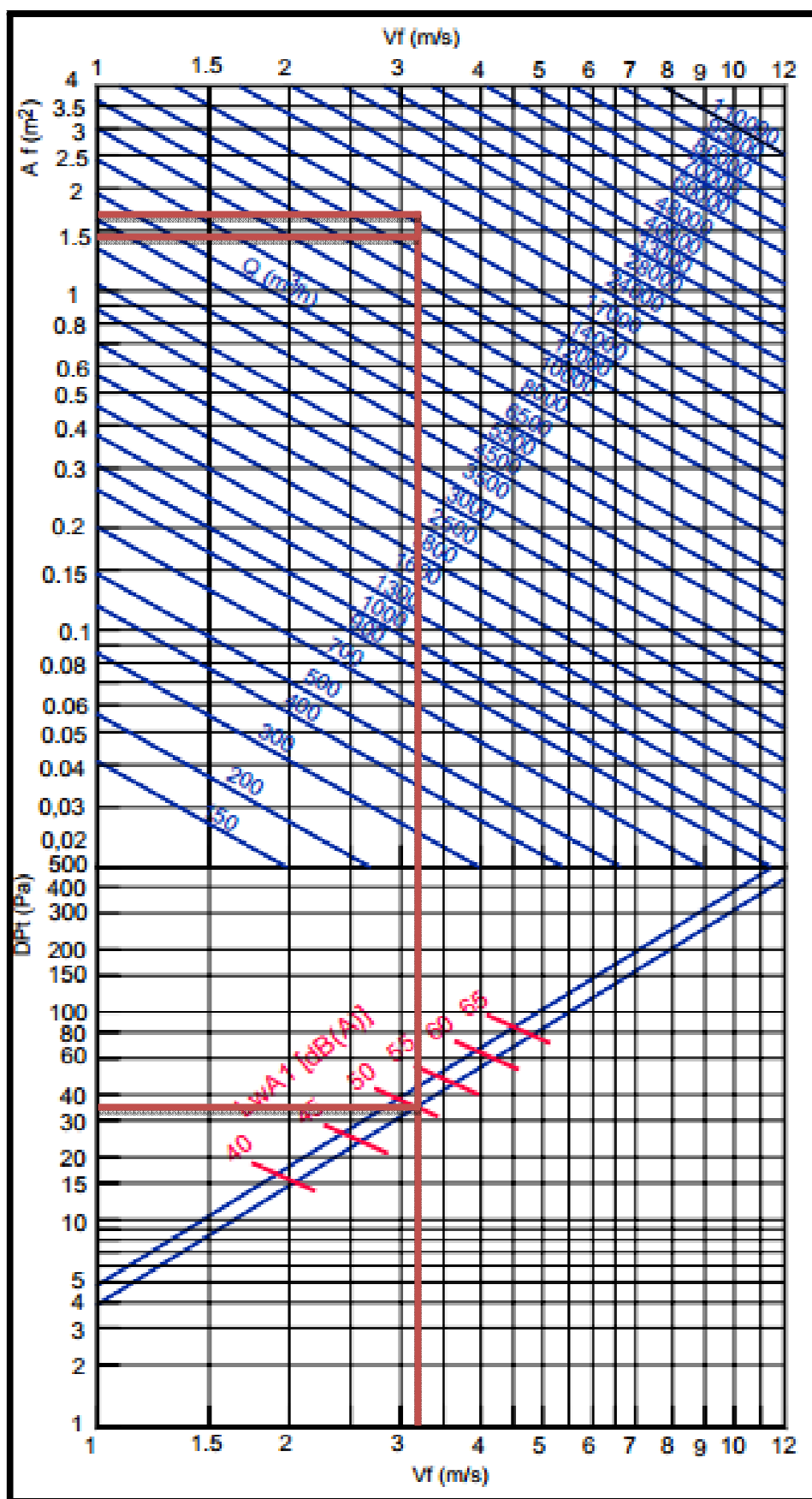


Figura 23. Diagrama de selecció de les reixes. Font: http://www.madel.com/documentos/MADEL_DXT_ES.pdf

A.8.9. Resum de pèrdues de càrrega dels conductes d'aire de la instal·lació

La pèrdua de càrrega de tot el circuit d'aire inclou les pèrdues en els conductes dels elements singulars. Les reixes i els difusors només influeix en la pèrdua màxima de càrrega d'un element en el conducte al que pertanyen ja que es troben col·locats en paral·lel. En la següent taula (Taula 54) és resumeix la pèrdua de càrrega total.

Taula 54. Pèrdues de càrrega lineals i singulars de tots els trams. En la taula es reflecteixen els valors de L (longitud del conducte, expressada en m), L_{eq} (longitud equivalent de la singularitat, expressada en m), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de longitud del conducte, expressades en mmca/m de longitud), ΔP (pèrdua de càrrega per unitat, expressada en mmca/unitat), ΔP (pèrdua total de càrrega del tram de conducte, expressada en mmca).

Tipus		Tram	L(m)	Unitats	L_{eq} (m)	ΔP (mmca/m de longitud)	ΔP (mmca/u nitat)	ΔP (mmca)
Conducte	Impulsió	A	19,5			0,32		6,24
		B	7,5			0,023		0,17
		C	7,5			0,034		0,26
		D	7,5			0,024		0,18
		E	7,5			0,023		0,17
		F	7,5			0,036		0,27
		G	7,5			0,024		0,18
Colze	Impulsió	A		3	10,8	0,32		10,3
		C		1	9	0,034		0,31
		Total						18
	Retorn	R1	2,5			0,07		0,18
		R2	2,5			0,12		0,30
		R3	2,5			0,07		0,18
		R4	2,5			0,07		0,18
		R5	2,5			0,075		0,19
		R6	2,5			0,08		0,20
		R7	2,5			0,06		0,15
		R8	2,5			0,068		0,17
		R9	2,5			0,072		0,18
		R10	5			0,07		0,35
Colze		R10		2	6,59	0,07		0,92
		Total						2,99
Conducte	Introduc.		3			0,021		0,06
Colze				1	7,14	0,021		0,15
		Total						0,21
Conducte	Extrac.		3			0,02		0,06
Colze				1	7,44	0,02		0,15
		Total						0,21
Difusors	Impulsió			1			8,2	8,2
Reixes	Retorn			1			1,5	1,5
Reixes	Introduc.			1			3,5	3,5
Reixes	Extrac.			1			3,5	3,5

La unitat de condicionament de l'aire de la sala de la piscina té dos ventiladors:

- **Ventilador d'impulsió:** ha de vèncer les pèrdues de càrrega del tram d'impulsió i el tram d'introducció d'aire de l'exterior.
- **Ventilador de retorn:** ha de vèncer les pèrdues de càrrega del tram de retorn i el tram d'extracció de l'aire.

En la taula següent (Taula 55) es fa un resum de les pèrdues de càrrega que ha de vèncer els ventiladors de la unitat condicionament de l'aire de la piscina (Calorex HRD 25).

Taula 55. Pèrdues de càrrega que han de suportar els ventiladors de la unitat de condicionament.

Conducte	ΔP conducte (mmca)	ΔP element (mmca)	ΔP total (mmca)
Conducte d'aire d'impulsió	18	8,2	26,2
Conducte d'aire d'introducció	0,21	3,5	3,7
Pèrdua de càrrega que ha de vèncer el ventilador impulsíó (mmca)			29,9
Conducte d'aire de retorn	2,99	1,5	4,49
Conducte d'aire d'extracció	0,21	3,5	3,71
Pèrdua de càrrega que ha de vèncer el ventilador de retorn (mmca)			8,2

La pèrdua de càrrega total a vèncer pel ventilador impulsíó és de **29,9 mmca** i pel ventilador de retorn és de **8,2 mmca**.

Els dos ventiladors de la unitat de condicionament de la sala de la piscina són capaços de superar les pèrdues de càrrega totals. El ventilador d'impulsió amb **30 mmca** de pressió disponible és capaç de vèncer la pèrdua de càrrega de 29,9 mmca i el ventilador de retorn amb **10 mmca** és capaç de vèncer la pèrdua de càrrega de 8,2 mmca.

A.9. Fan-coils

Per cobrir les necessitats tèrmiques de les sales annexes a la piscina s'utilitzen fan-coils. El fan-coil és una unitat terminal pel tractament de l'aire ambient tant a l'estiu (alimentació de la bateria amb aigua freda) com també a hivern (alimentació de la bateria amb aigua calenta). En aquest estudi només s'utilitzarà durant hivern per escalfar i ventilar les sales annexes de la sala de la piscina. S'ha calculat la necessitat calorífica màxima per cada una de les sales annexes i resumit en la següent taula (Taula 56):

Taula 56. Necessitats calorífiques (kW) de les sales annexes.

Necessitat calorífica	kW
Vestidor 1	9,4
Vestidor 2	8,9
Vestíbul i passadís	11,9
Total	30,2

A.9.1. Elecció dels fan-coils per les sales annexes

Els tres fan-coils escollits en aquest estudi per cobrir les necessitats tèrmiques de les sales annexes (vestuari 1, vestuari 2 i passadís) són del model **VM-F 120** (aspiració frontal) amb bateria suplementària **1R (BS-F4)** de la marca **Ferrolí**. En la figura (Figura 24) i la taula (Taula 57) s'observa les dimensions del fan-coils escollits.

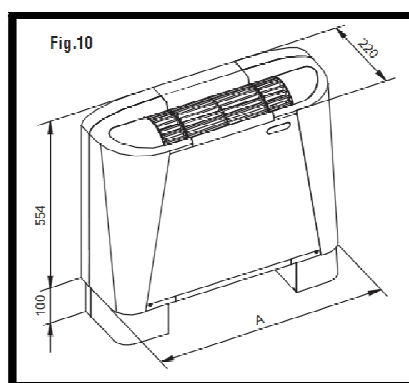


Figura 24. Dimensions fan-coil Ferrolí VM-F model 120. Font: <http://www.ferrolí.es/aire-acondicionado/solo-frio/uso-profesional/TOP-FAN-VM/>

Taula 57. Característiques del fan-coil Ferrolí VM-F model 120.

Model	120
A (mm)	1.440
Pes (kg)	36

A.9.2. Càlcul pel dimensionament del fan-coil del Vestuari 1

Les condicions pel dimensionament del vestuari 1 són les següents:

- Necessitat calorífica màxima: 9,1 kW.
- Cabal d'aire exterior mínim: 215,85 m³/h.
- Cabal d'aire que s'impulsa a l'interior de la sala: 1350 m³/h.

- Temperatura ambient exterior mínima: -5,1°C.
- Temperatura aire interior de la sala: 23°C.
- Temperatura de l'aigua que subministra la bomba de calor: 50°C.
- Temperatura de l'aigua a la sortida del fan-coil: 40°C.

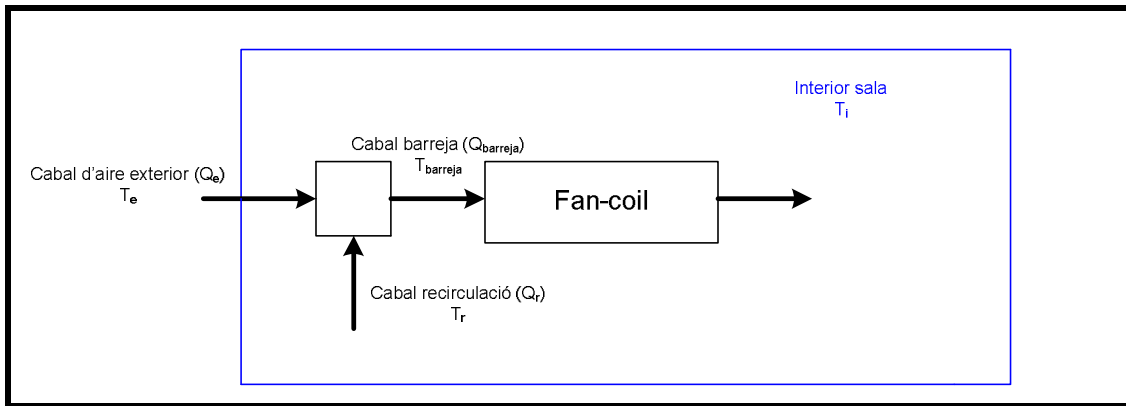


Figura 25. Esquema de cabals en el punt de barreja.

Com es pot veure en la figura anterior (Figura 25) per tal de dimensionar els fan-coils cal conèixer els cabals d'aire exterior i el cabal d'aire de recirculació. Per trobar la temperatura de barreja s'utilitza la següent equació:

$$Q_{barreja} * T_{barreja} = Q_e * T_e + Q_r * T_i$$

On,

T_i és la temperatura ambient interior de la sala (°C)

T_e és la temperatura ambient exterior (°C)

$T_{barreja}$ és la temperatura de la barreja de l'aire interior amb l'aire exterior (°C)

Q_e és el cabal de exterior (m^3/h)

Q_r és el cabal de recirculació (m^3/h)

$Q_{barreja}$ és el cabal de la barreja de l'aire interior amb l'aire exterior (m^3/h)

Per tant, per el cas on la temperatura exterior és més desfavorable (-5,1°C), la temperatura de barreja de l'aire que entra el fan-coil és de **18,5°C**.

$$T_{barreja} = \frac{Q_e * T_e + Q_r * T_i}{Q_{barreja}} = \frac{215,85 \frac{m^3}{h} * (-5,1°C) + 1134,15 \frac{m^3}{h} * (23°C)}{1350 \frac{m^3}{h}} = 18,5°C$$

Per determinar les prestacions de calefacció del fan-coil Ferroli VM-F model 120 sense la bateria suplementària que són de **8,4 kW N** s'utilitza la següent figura (Figura 26):

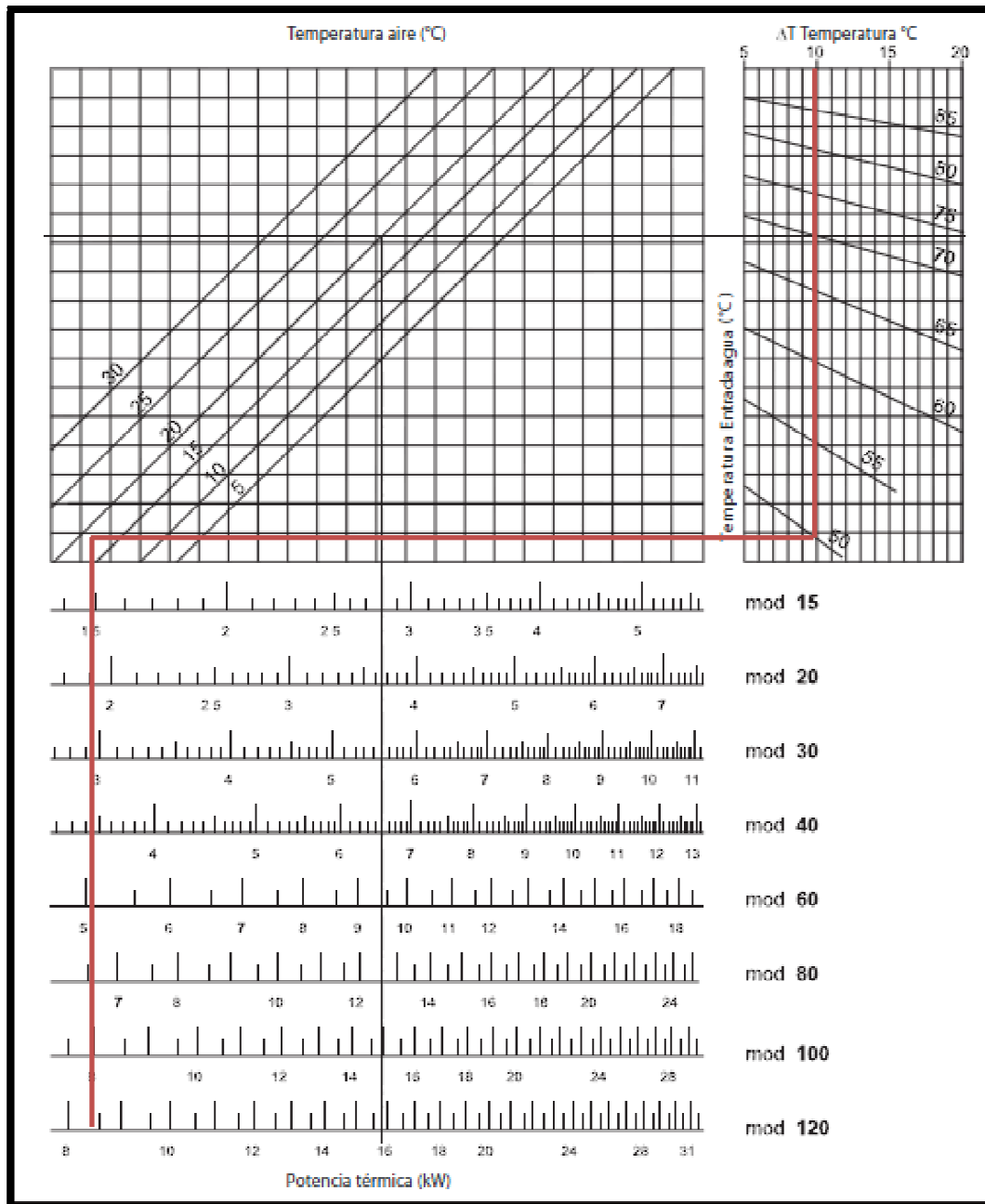


Figura 26. Diagrama per conèixer les prestacions de calefacció del fan-coil. Font: <http://www.ferroli.es/aire-acondicionado/solo-frio/uso-profesional/TOP-FAN-VM/>

La potència tèrmica de la bateria suplementària 1R és de **3,7 kW** (Figura 27).

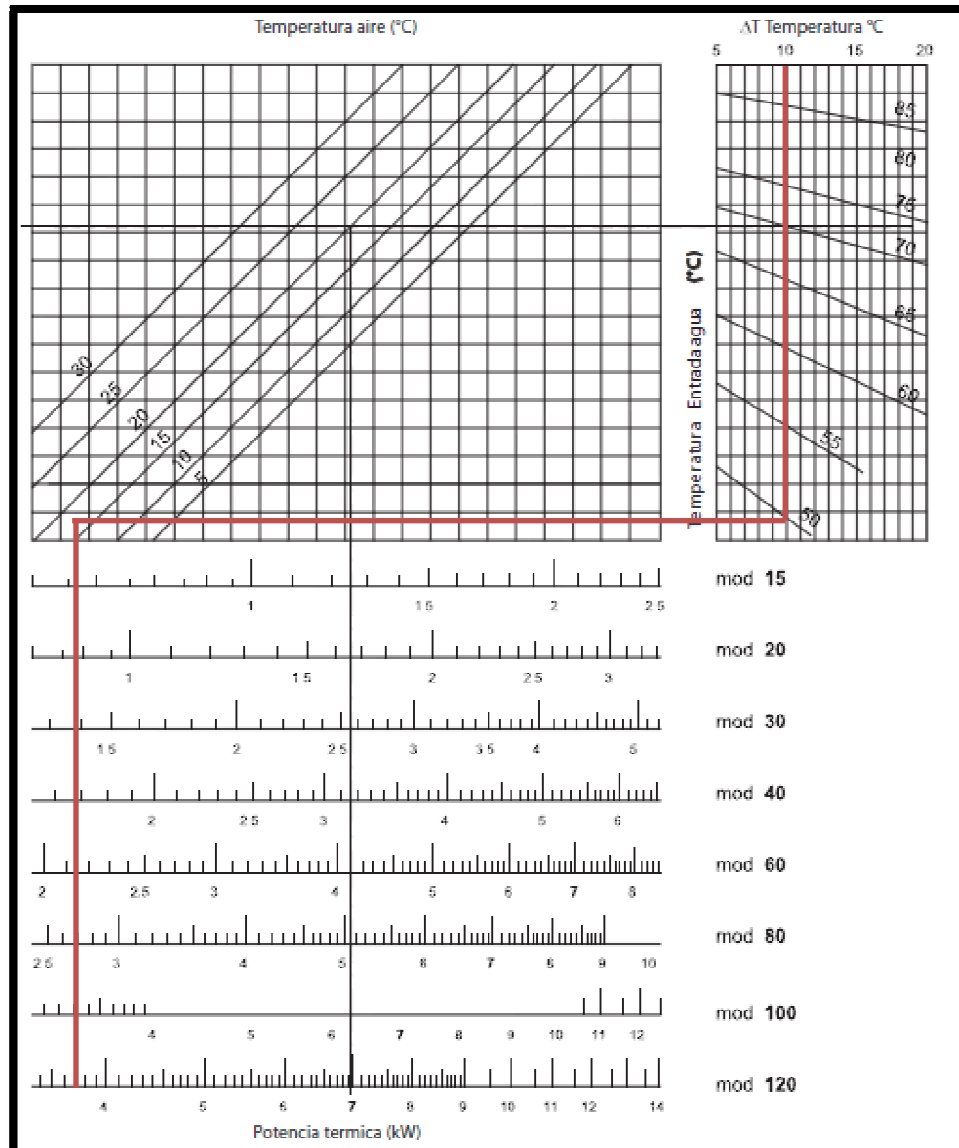


Figura 27. Diagrama per conèixer les prestacions de calefacció de la bateria suplementària 1R.
 Font: <http://www.ferroli.es/aire-acondicionado/solo-frio/uso-profesional/TOP-FAN-VM/>

Per tant, utilitzant el fan-coil **VM-F** model **120** amb bateria suplementària **1 R(BS-F4)** en les condicions més desfavorables (temperatura exterior= -5,1°C) s'obté una potència tèrmica de **12,1 kW** que cobreix la necessitat calorífica del vestuari 1.

Per trobar el cabal d'aigua que passa per la bateria de fan-coil i la bateria suplementària es pot trobar a partir de la següent equació:

$$Cabal_{H2O} = \frac{P_{max}}{\Delta T * \rho_{H2O} * C_{H2O}}$$

On,

Cabal_{H2O} és el cabal d'aigua (m³/s)

P_{max} és la potència màxima (kW)

ΔT és la diferència de temperatura de l'aigua entre l'entrada i la sortida de l'equip (K)

ρ_{H2O} és la densitat de l'aigua (kg/m³)

C_{H2O} és el calor específic de l'aigua (kJ/KgK)

Cabal_{H2O} en la bateria del fan-coil = 0,000203 m³/s = 730,8 l/h

El cabal d'aigua que passa per la bateria del fan-coil és de **731 l/h**.

Cabal_{H2O} en la bateria suplementària = 0,0000894 m³/s = 321,9 l/h

El cabal d'aigua que passa per la bateria del fan-coil és de **322 l/h**.

La pèrdua de carga de la bateria de fan-coil, a partir del cabal d'aigua que passa per la bateria del fan-coil (731 l/h), és de **5 kPa** (Figura 28).

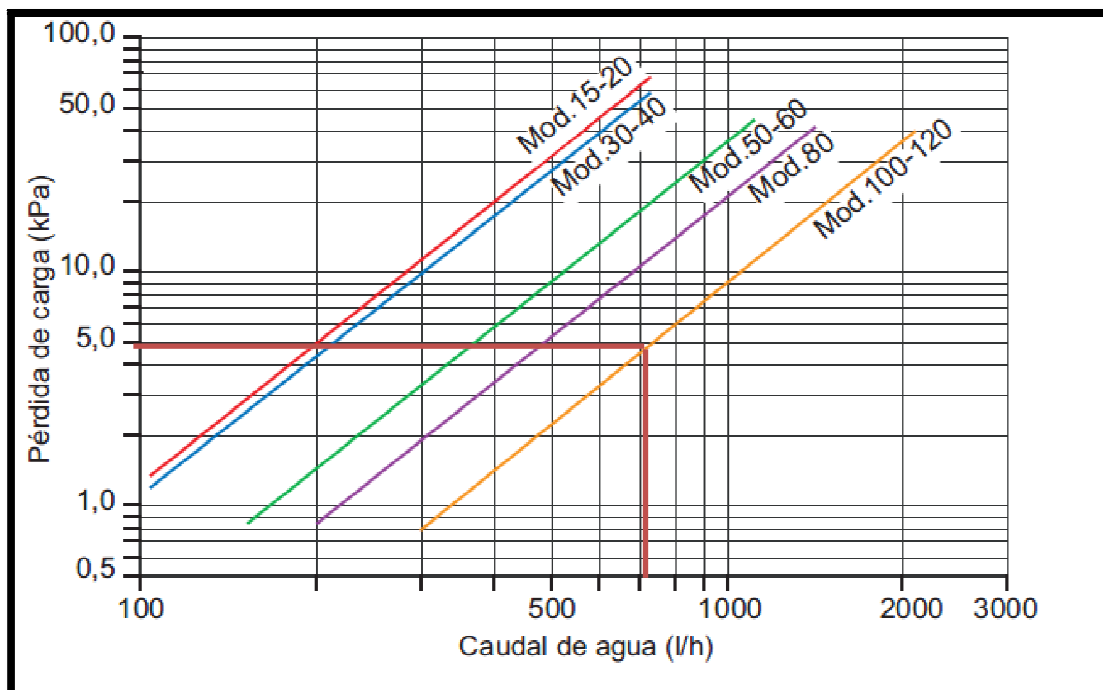


Figura 28. Pèrdua de carga segons el cabal d'aigua. Font: <http://www.ferroli.es/aire-acondicionado/solo-frio/uso-profesional/TOP-FAN-VM/>

Les pèrdues de carrega de la figura (Figura 28) es refereixen a una temperatura mitja de l'aigua de 10°C. Per això s'ha d'aplicar un factor de correcció igual a 0,8 i determinat una pèrdua de càrrega en la bateria del fan-coil de **4 kPa**.

Pel que fa a la pèrdua de carga de la bateria suplementària (BS-F4), amb un cabal d'aigua que passa per la bateria de 322 l/h, és de **4,1 kPa** (Figura 29).

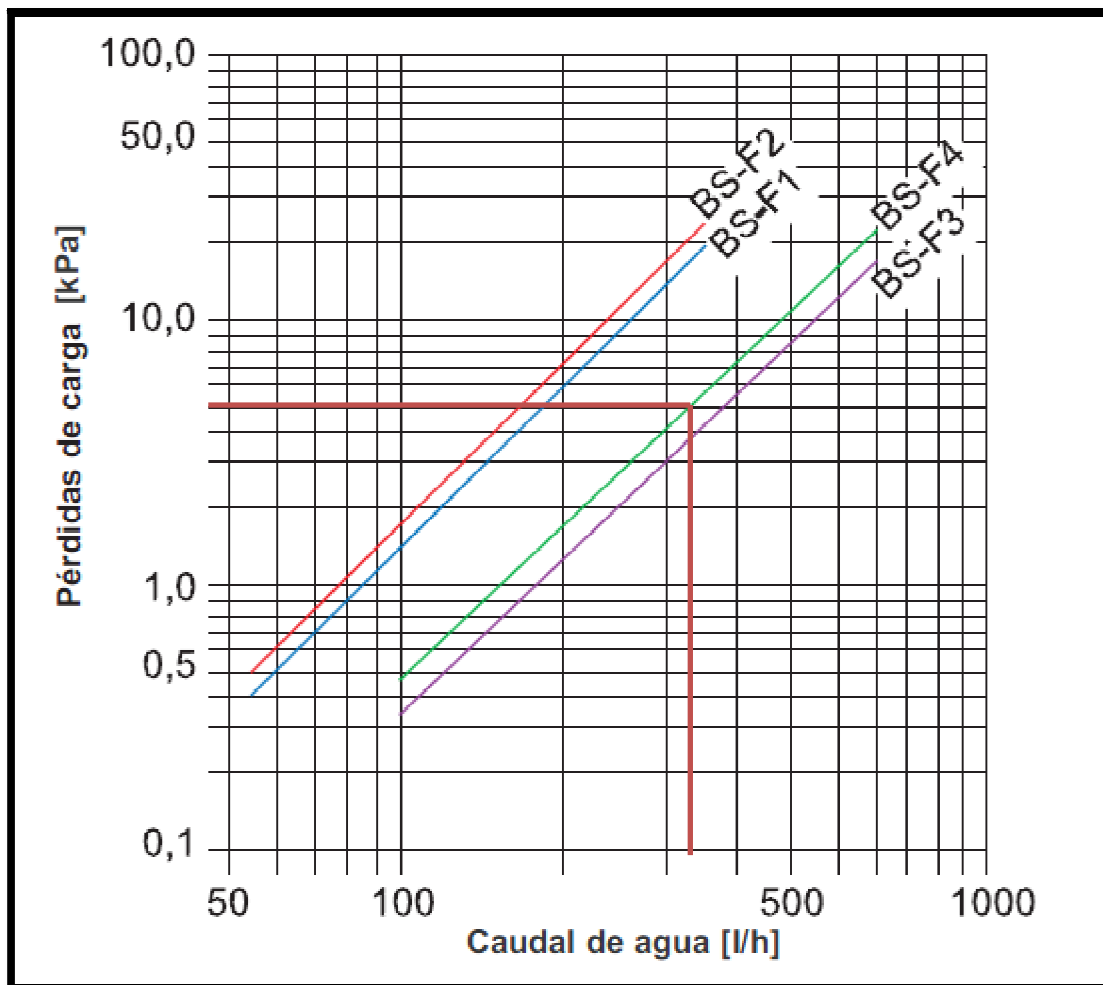


Figura 29. Pèrdua de carga segons el cabal d'aigua. Font: <http://www.ferroli.es/aire-acondicionado/solo-frio/uso-profesional/TOP-FAN-VM/>

Les pèrdues de carrega de la figura anterior (Figura 29) es refereixen a una temperatura mitja de l'aigua de 70°C. Per això s'ha d'aplicar un factor de correcció igual a 1,1 i s'ha determinant una pèrdua de càrrega en la bateria del fan-coil de **4,5 kPa**.

La pèrdua de càrrega total (fan-coil + bateria suplementària) serà de **8,5 kPa**.

Les característiques del fan-coil Ferroli VM-F model 120 amb bateria suplementària 1 R(BS-F4) amb aspiració frontal per cobrir les necessitats calorífiques del vestuari 1 es resumeixen a continuació (Taula 58):

Taula 58. Característiques del fan-coil.

Necessitat	Model	Ús	Potència tèrmica (kW)	Pèrdua de carrega (kPa)	Caudal d'aigua (l/h)
Vestidor 1	Ferrolí VM-F mod. 120 amb bateria 1R (BS-F4)	Calor	12,1	8,5	1051

A.9.3. Càlcul pel dimensionament del fan-coil del vestuari 2

Per dimensionar el fan-coil del vestuari 2, s'ha seguit el mateix mètode que en el cas del vestuari 1. En la taula següent (Taula 59) es mostren les característiques del fan-coil Ferrolí VM-F model 120 amb bateria suplementària 1 R(BS-F4) per cobrir les necessitats calorífiques del vestuari 2.

Taula 59. Característiques del fan-coil.

Necessitat	Model	Ús	Potència tèrmica (kW)	Pèrdua de carrega (kPa)	Caudal d'aigua (l/h)
Vestidor 2	Ferrolí VM-F mod. 120 amb bateria 1R (BS-F4)	Calor	12,1	8,5	1051

A.9.4. Càlcul pel dimensionament del fan-coil del vestíbul i el passadís

Per dimensionar el fan-coil del passadís, s'ha fet servir el mateix sistema que en el cas del vestuari 1 i 2 (Taula 60).

Taula 60. Característiques del fan-coil.

Necessitat	Model	Ús	Potència tèrmica (kW)	Pèrdua de carrega (kPa)	Caudal d'aigua (l/h)
Vestíbul i passadís	Ferrolí VM-F mod. 120 amb bateria 1R (BS-F4)	Calor	11,9	8,3	1035

A.9.5. Conjunt de fan-coils de les sales annexes

Les característiques dels fan-coils per cada una de les sales annexes es poden observar en la següent taula (Taula 61).

Taula 61. Fan-coils segons les sales annexes.

Necessitat	Model	Ús	Potència tèrmica (kW)	Pèrdua de càrrega (kPa)	Caudal d'aigua (l/h)
Vestidor 1	Ferrolí VM-F mod. 120 amb bateria 1R (BS-F4)	Calor	12,1	8,5	1.051
Vestidor 2	Ferrolí VM-F mod. 120 amb bateria 1R (BS-F4)	Calor	12,1	8,5	1.051
Vestíbul i passadís	Ferrolí VM-F mod. 120 amb bateria 1R (BS-F4)	Calor	11,9	8,3	1.035
Total	-	Calor	36,1	8,5	3.137

A.10. Circuits hidràulics

El fluid que s'utilitza en aquest projecte com a transmissor d'energia, des dels generadors de calor fins a unitats terminals és l'aigua.

A.10.1. Mètode pel dimensionament dels circuits hidràulics de la instal·lació

Per realitzar el dimensionament de la xarxa de canonades s'han de seguir una sèrie de passos:

- **Determinació del cabal que circula per la canonada.**

El primer pas és determinar els cabals d'aigua que circulen per les canonades.

El cabal d'aigua es pot calcular a partir de la següent equació:

$$Cabals_{H_2O} = \frac{P_{max}}{\Delta T * \rho_{H_2O} * c_{H_2O}}$$

On,

Cabal_{H2O} és el cabal d'aigua (m³/s)

P_{max} és la potència màxima (kW)

ΔT és la diferència de temperatura de l'aigua entre l'entrada i la sortida de l'equip (K)

ρ_{H2O} és la densitat de l'aigua (kg/m³)

c_{H2O} és el calor específic de l'aigua (kJ/KgK)

- **Determinació del diàmetre interior de la canonada.**

El segon pas és calcular el diàmetre interior de les canonades. En aquest estudi s'ha calculat el diàmetre interior de les canonades. Utilitzant l'àbac (Figura 30) es determinen el diàmetre interior i la velocitat del fluid a partir del cabal que circula pel fluid i imposant una pèrdua de càrrega.

En l'estudi s'ha fixat una pèrdua de càrrega de 20 mm.c.a./m.l. per la majoria de circuits, no obstant en alguns casos s'han permès pèrdues de càrrega diferents (sempre menors de 40 mm.c.a./m.l.) perquè sinó la velocitat no era adequada o no coincidia amb el diàmetre de canonada comercialitzada.

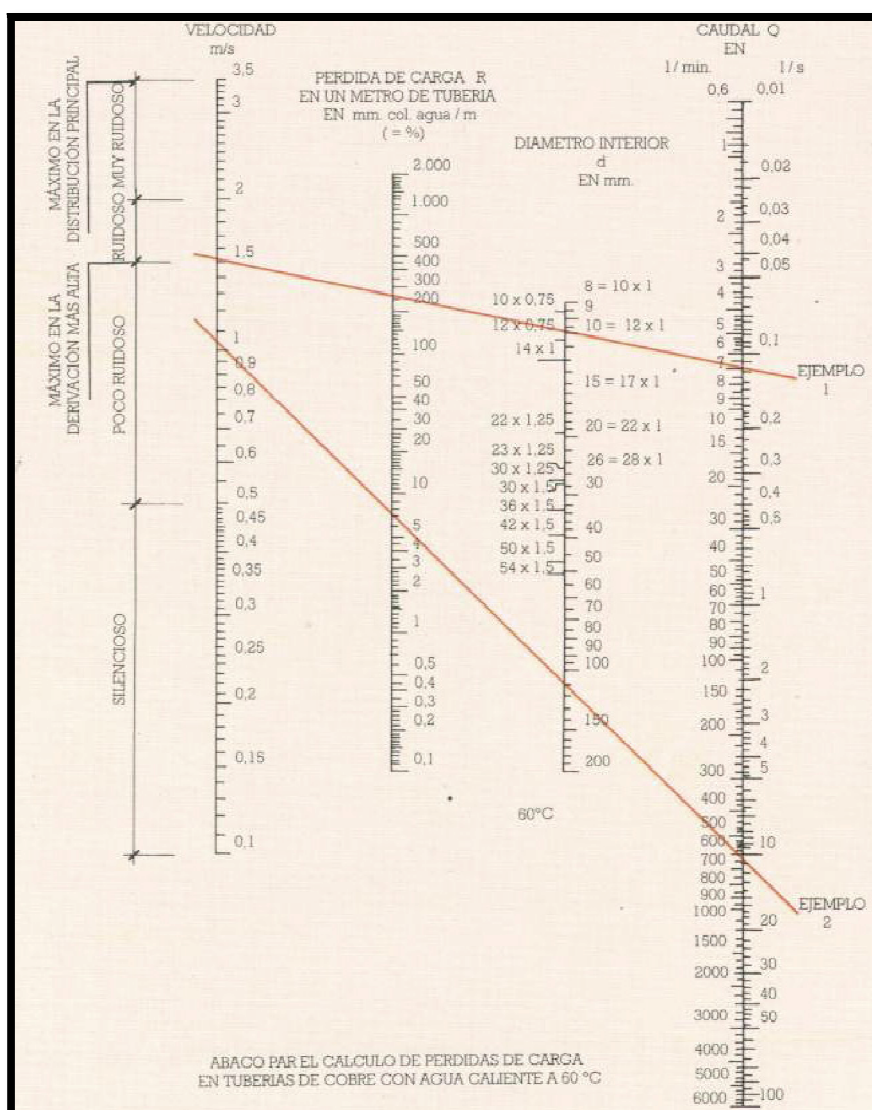


Figura 30. Àbac pel càlcul de les canonades de coure. Font: <http://webcd.usal.es/Web/ETAP/unidades/documentos/docu306/cap0605.htm>

- **Determinació de la pèrdua de càrrega lineal.**

Un cop fixada la pèrdua de càrrega i coneixent la longitud de la canonada per cada circuit es determina la pèrdua de càrrega lineal. El càlcul de les pèrdues de càrrega lineals varia segons si el circuit és en paral·lel o en sèrie:

En els **circuits en paral·lel**:

$$\Delta P_{TOTAL} = \Delta P_1$$

En els **circuits en sèrie**:

$$\Delta P_{TOTAL} = \sum \Delta P_1$$

- **Determinació de la pèrdua de càrrega per elements singulars.**

Per calcular la longitud de la canonada es multiplica per 1,4 a la pèrdua de càrrega lineal per tenir en compte la pèrdua de càrrega singular de les figures com els colzes, les vàlvules, les tes, la reducció del diàmetre de la canonada, col·lectors, etc.

En el cas del elements com els bescanviadors es pot utilitzar la pèrdua de càrrega singular facilitada pel fabricant o bé es pot calcular a partir de la següent equació:

$$P_{singular} = L_{equivalent} * P_{canonada}$$

On,

P_{singular} és la pèrdua de càrrega que produeix l'element singular (mmca)

L_{equivalent} és la longitud equivalent de la singularitat (m)

P_{canonada} és la pèrdua de càrrega de la canonada corresponent al lloc on esta ubicada la singularitat (mmca/m de longitud).

En aquest estudi pels element com els fan-coils, la bateria de suport de la unitat de condicionament, els bescanviadors i el generador d'energia es pren el valor de la pèrdua de càrrega directament del catàleg del fabricant.

- **Determinació de la pèrdua de càrrega màxima del circuit hidràulic.**

Finalment es calcula la pèrdua de càrrega màxima del circuit hidràulic mitjançant la següent equació:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(\sum_K \text{metres lineals}_K * \Delta P_K \right) + \Delta P_{ELEMENTS}$$

On,

ΔP_{TOTAL} és la pèrdua de càrrega màxima en el circuit hidràulic (mmca)

metres lineals_K és la longitud del conducte (m)

ΔP_K és la pèrdua de càrrega lineal per metre de conducte

$\Delta P_{ELEMENT}$ és la pèrdua singular de cada un dels elements tipus bescanviador, caldera de pèl·lets, bomba de calor, unitat de condicionament.

- **Determinació del diàmetre mínim de les canonades de buidat i l'espessor de l'aïllament de la canonada.**

El diàmetre mínim de les canonades de buidat segons la potència dels generadors de calor és fixada pel RITE (Taula 62).

Taula 62. Diàmetre mínim (mm) de les canonades de buidat segons la potència del generador de calor (kW).

Potència del generador de calor (kW)	Diàmetre mínim (mm)
P<50	20
50<P<150	25
150<P<500	32
500<P	40

L'aïllant que s'utilitza per les canonades de l'estudi és el model **SH** de la marca **Armaflex**. En la següent taula (Taula 63) es troba l'equivalència d'espessor entre el RITE i el model d'aïllant SH de la marca Armaflex.

Taula 63. Equivalència d'espessor (mm) entre el RITE i el model d'aïllant SH de la marca Armaflex segons la temperatura del fluid (°C).

Diàmetre exterior de la canonada (mm)	Temperatura màxima del fluid (°C)			
	RITE	SH	RITE	SH
	40-60	40-60	60-100	60-100
12	30	25	25	25
15	30	25	25	25
18	30	25	25	25
22	30	25	25	25
35	30	25	25	25
42	35	30	30	30
48	35	30	30	30
54	35	30	30	30
60	35	30	30	30
76	35	30	30	30

A.10.2. Càlcul pel dimensionament del circuit hidràulic de la caldera de biomassa

El circuit hidràulic de la caldera de pèl·lets es divideix en dos circuits: un circuit d'impulsió (Figura 31) i un altre circuit de retorn de l'aigua calenta. En cadascun d'aquests dos circuits hi ha un col·lector amb quatre subcircuits:

- Fan-coils de la sales annexes a la sala de la piscina.
- Aigua calenta sanitària (ACS)
- Vas de la piscina
- Bateria de suport de la unitat de condicionament de la sala de la piscina.

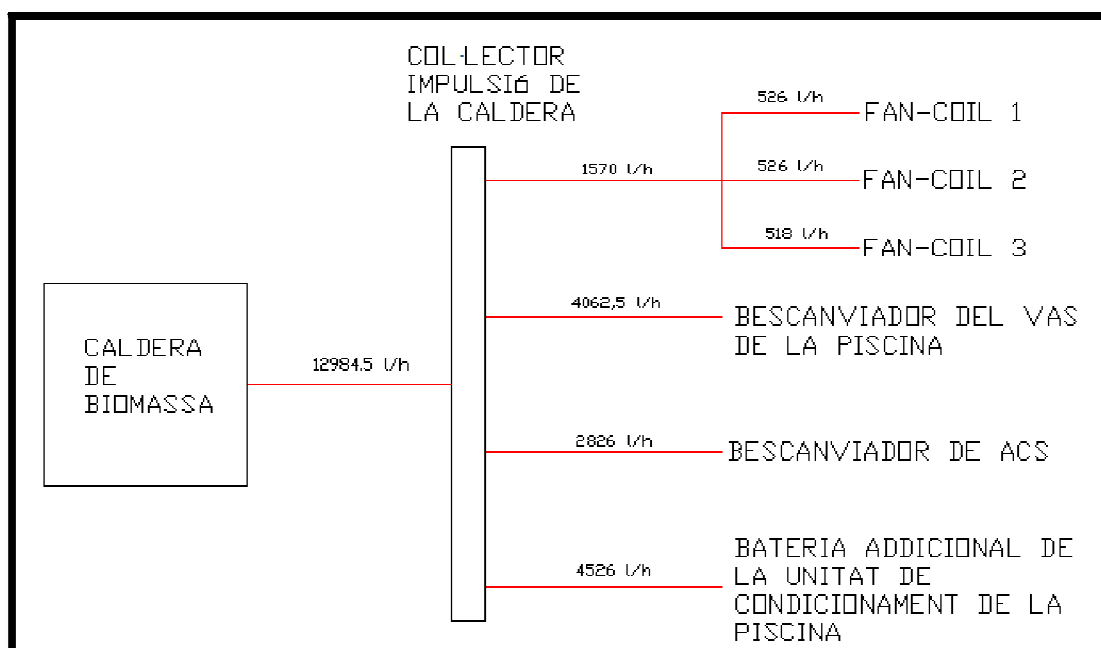


Figura 31. Cabals dels conductes d'aigua impulsió del circuit primari de la caldera de biomassa.

A partir del cabal dels conductes i imposant una pèrdua de càrrega es determina el diàmetre interior i la velocitat del fluid mitjançant l'àbac (Figura 30). En la taula següent (Taula 64) s'observen els resultats.

Taula 64. Resultats del circuit hidràulic de la caldera de biomassa. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aigua que passa per la xarxa hidràulica, expressada en l/h i en l/min), Diàmetre interior (mm), Diàmetre nominal x espessor (mm), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de longitud de canonada, expressada en mmca/m de longitud) i v (velocitat de l'aigua, expressada en m/s).

Conducte	Q (l/h)	Q (l/min)	Diàmetre int (mm)	Diàmetre nom. x espessor (mm)	ΔP (mmca/m de longitud)	v (m/s)
Col·lector de caldera - Fan-coil 1	526	8,8	20	22x1	19	0,54
Col·lector de caldera - Fan-coil 2	526	8,8	20	22x1	19	0,54
Col·lector de caldera - Fan-coil 3	518	8,6	20	22x1	19	0,53
Col·lector de caldera - Conjunt Fan-coil	1.570	26,2	32	32x1,5	16	0,72
Col·lector de caldera - Besc. del vas	4.063	67,7	39	42x1,5	20	0,87
Col·lector de caldera - Besc. ACS	2.826	47,1	33	35x1	20	0,8
Col·lector de caldera - Bescanviador bateria addicional	4.526	75,4	39	42x1,5	20	0,9
Caldera de biomassa - Col·lector	12.985	216,4	60	63x1,5	30	1,45

Per cada subcircuit del circuit primari de la caldera de pèl·lets s'ha calculat la pèrdua màxima. La pèrdua singular de la caldera de biomassa és de 265 mmca. A continuació es mostren els càlculs per cada subcircuit:

En el circuit de bateria adicional:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(\sum_K \text{metres lineals}_K * \Delta P_K \right) + \Delta P_{ELEMENTS}$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * 53m * \frac{20mmca}{m \text{ de } L} \right) + 4.500 \text{ mmca} + 265 \text{ mmca} = 7.733 \text{ mmca}$$

En el circuit més llarg del Fan-coil:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * (8,5 * \Delta P_{CONJUNT} + 21 * \Delta P_{FAN-COIL3}) \right) + \Delta P_{ELEMENTS}$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * (8,5 * 16 + 21 * 19) \right) + 850 \text{ mmca} + 265 \text{ mmca} = 2.613 \text{ mmca}$$

En el circuit del bescanviador del vas:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * 5 m * \frac{20mmca}{m \text{ de } L} \right) + 2.300 \text{ mmca} + 265 \text{ mmca} = 2845 \text{ mmca}$$

En el circuit del bescanviador ACS:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * 5 m * \frac{20mmca}{m \text{ de } L} \right) + 3.400 \text{ mmca} + 265 \text{ mmca} = 3945 \text{ mmca}$$

En el circuit de la caldera de pèl·lets al col·lector:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * 1 m * \frac{30mmca}{m \text{ de } L} \right) + 265 \text{ mmca} = 349 \text{ mmca}$$

La taula següent (Taula 65) es resumeixen els valors obtinguts pel dimensionament hidràulic dels diferents circuits que hi ha en el circuit primari de la caldera de pèl·lets. Els resultats d'espessor de l'aïllament s'ha obtingut a partir de la taula (Taula 63) i el diàmetre de la canonada de buidat mitjançant la taula corresponent (Taula 62).

Taula 65. Resum dels valors del circuit primari de la caldera de biomassa. En la taula es reflecteixen els valors de Potència (kW), P singular (pèrdua singular d'un element, expressada en mca), ΔP màx (pèrdua màxima de la canonada, expressada en mca), \varnothing canonada buidat (mm) i gruix aïllant (mm).

Circuit	Potència (kW)	P singular (mca)	ΔP màx (mca)	\varnothing canonada buidat (mm)	Gruix aïllant (mm)
Conjunt Fan-coil	36,1	0,85	2,61	20	25
Besc. ACS	64	3,40	3,95	25	25
Besc. Vas	92	2,30	2,85	25	30
Bateria addicional	102,5	4,5	7,73	25	30
BdC Col·lector	294,6	0,265	0,35	32	30

A.10.3. Dimensionament del circuit hidràulic de la bomba de calor

El circuit hidràulic de la bomba de calor es divideix també amb un circuit d'impulsió (Figura 32) i un de retorn de l'aigua calenta, amb els seus corresponents col·lectors i tres subcircuitos:

- Fan-coils de la sales annexes a la sala de la piscina.
- ACS
- Vas de la piscina

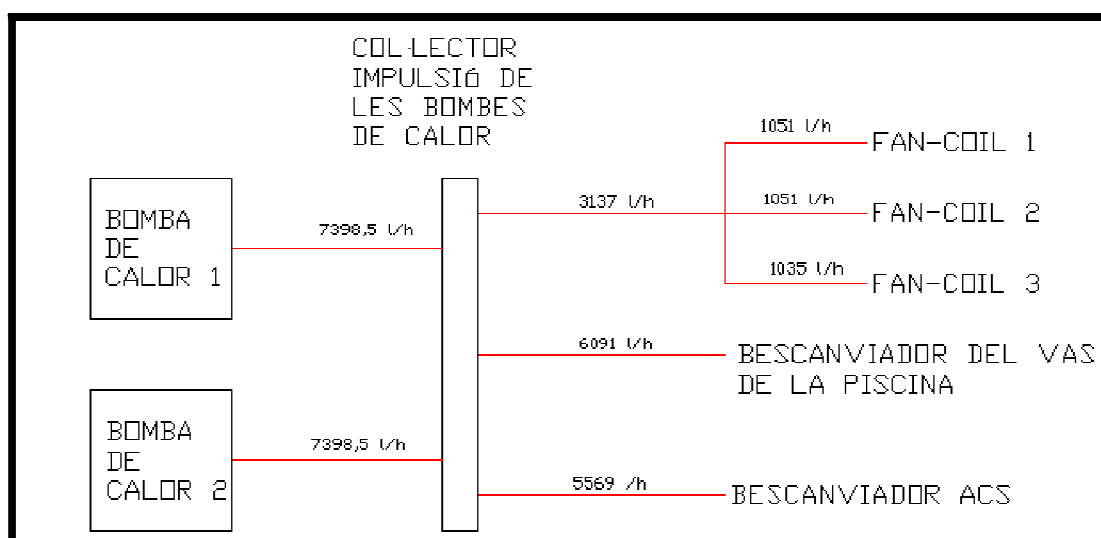


Figura 32. Cabals dels conductes d'aigua impulsó del circuit primari de la bomba de calor.

A partir del cabal dels conductes i imposant una pèrdua de càrrega es determina el diàmetre interior i la velocitat del fluid mitjançant l'àbac (Figura 30). En la taula següent (Taula 66) s'observen els resultats.

Taula 66. Resultats del circuit hidràulic de la bomba de calor. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aigua que passa per la xarxa hidràulica, expressada en l/h i en l/min), Diàmetre interior (mm), Diàmetre nominal x espessor (mm), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de longitud de canonada, expressada en mmca/m de longitud) i v (velocitat de l'aigua, expressada en m/s).

Conducte	Q (l/h)	Q (l/min)	Diàmetre int (mm)	Diàmetre nom. x espessor (mm)	ΔP (mmca)	v (m/s)
Col·lector de BdC - Fan-coil 1	1.051	17,5	26	28x1	20	0,66
Col·lector de BdC - Fan-coil 2	1.051	17,5	26	28x1	20	0,66
Col·lector de BdC - Fan-coil 3	1.035	17,3	26	28x1	20	0,66
Col·lector de BdC - Conjunt Fan-coil	3.137	52,3	33	35x1	26	0,9
Col·lector de BdC - Besc. del vas	6.091	101,5	51	54x1,5	20	1
Col·lector de BdC - Besc. ACS	5.569	92,8	51	54x1,5	19	0,97
BdC - Col·lector	7.399	123,3	51	54x1,5	15	0,9

Per cada subcircuit del circuit primari de les bombes de calor s'ha calculat la pèrdua màxima. La pèrdua singular de la bomba de calor és de 1.198 mmca. A continuació es mostren els càlculs per cada subcircuit:

En el circuit més llarg del Fan-coil:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * (5,5 * \Delta P_{CONJUNT} + 21 * \Delta P_{FAN-COIL3}) + \Delta P_{ELEMENTS} \right)$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (8,5 * 26 + 20 * 20) + 850 \text{ mmca} + 1.198 \text{ mmca}) = 3.789 \text{ mmca}$$

En el circuit del bescanviador del vas:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * 5 \text{ m} * \frac{20 \text{ mmca}}{\text{m de L}} \right) + 4.800 \text{ mmca} + 1.198 \text{ mmca} = 6.278 \text{ mmca}$$

En el circuit del bescanviador ACS:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * 5 \text{ m} * \frac{20 \text{ mmca}}{\text{m de L}} \right) + 4.150 \text{ mmca} + 1.198 \text{ mmca} = 5.628 \text{ mmca}$$

En el circuit de la bomba de calor al col·lector:

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 \left(2 * 1 m * \frac{15mmca}{m de L} \right) + 1.198 mmca = 1.240 mmca$$

El resum dels valors obtinguts pel dimensionament hidràulic pels diferents circuits que hi ha en el circuit primari de les bombes de calor es mostra en següent taula (Taula 67). Els resultats d'espessor de l'aïllament s'ha obtingut a partir de la taula (Taula 63) i el diàmetre de la canonada de buidat mitjançant la taula (Taula 62).

Taula 67. Resum dels valors del circuit primari de la bomba de calor. En la taula es reflecteixen els valors de Potència (kW), Psingular (pèrdua singular d'un element, expressada en mca), ΔP màx (pèrdua màxima de la canonada, expressada en mca), Ø canonada buidat (mm) i gruix aïllant (mm).

Circuit	Potència (kW)	Psingular (mca)	ΔP màx (mca)	Ø canonada buidat (mm)	Gruix aïllant (mm)
Conjunt Fan-coil	36,1	0,85	3,79	20	25
Besc. ACS	64	4,15	5,63	25	30
Besc. Vas	70	4,80	6,28	25	30
BdC - Col·lector	85	-	1,24	25	30

A.10.4. Dimensionament dels circuits hidràulics secundaris per escalfar l'aigua del vas de la piscina

Hi ha tres circuits secundaris per escalfar l'aigua de xarxa fins a 25°C i mantenir-la aquesta temperatura en el vas. S'han definit les característiques del circuit hidràulic i dimensionat els circuits per poder cobrir les necessitats del vas de la piscina en règim transitori:

- Provenent del bescanviador de la bomba de calor.
- Provenent del bescanviador de la caldera de biomassa.
- Provenent del bescanviador de la unitat de condicionament.

Els cabals de la línia conjunta s'ha dissenyat per transportar la suma dels caudals dels circuits del bescanviador de la bomba de calor i de la caldera de biomassa, suficients per cobrir les necessitats en règim transitori (Figura 33).

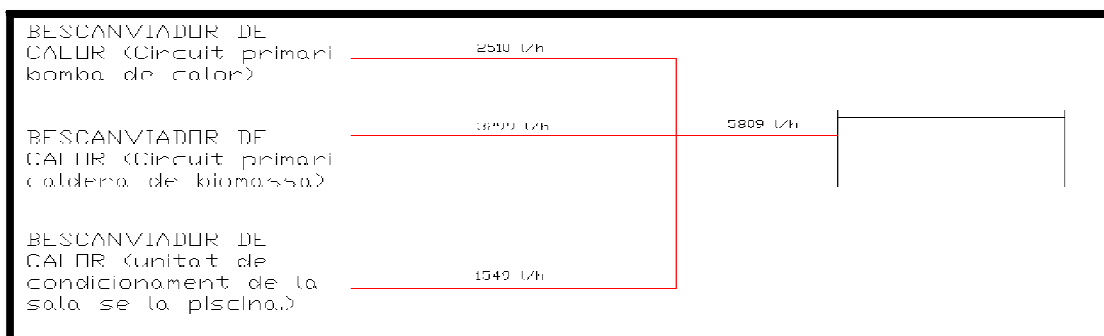


Figura 33. Cabals dels conductes d'aigua impulsió del circuit secundari per cobrir les necessitats del vas de la piscina.

A partir del cabal dels conductes i imposant una pèrdua de càrrega es determina el diàmetre interior i la velocitat del fluid mitjançant l'àbac (Figura 30). En la següent taula (Taula 68) s'observen els resultats.

Taula 68. Resultats dels circuits hidràulics per cobrir les necessitats del vas de la piscina. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aigua que passa per la xarxa hidràulica, expressada en l/h i en l/min), Diàmetre interior (mm), Diàmetre nominal x espessor (mm), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de longitud de canonada, expressada en mmca/m de longitud) i v (velocitat de l'aigua, expressada en m/s).

Conducte	Q (l/h)	Q (l/min)	Diàmetre int (mm)	Diàmetre nom. x espessor (mm)	ΔP (mmca/m de longitud)	v (m/s)
Besc. (BdC) - Vas	2.510	41,8	32	35x1,5	20	0,75
Besc. (Caldera de biomassa) - Vas	3.299	55,0	40	42x1	20	0,88
Besc. (U. de condicionament) - Vas	1.549	25,8	26	28x1	20	0,7
Conjunt - Vas	5.809	96,8	51,6	54x1,2	20	1

Per cada subcircuit s'ha calculat la pèrdua màxima. La pèrdua singular del filtre de la piscina és de 400 mmca. A continuació es mostren els càlculs per cada subcircuit:

En el circuit del bescanviador (bomba de calor):

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * \Delta P_{CONJUNT} + 14 * \Delta P_{BESC.BdC}) + \Delta P_{ELEMENTS})$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * 20 + 14 * 20) + 400 \text{ mmca} + 1.418 \text{ mmca}) = 2.658 \text{ mmca}$$

En el circuit del bescanviador (caldera de biomassa):

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * \Delta P_{CONJUNT} + 16 * \Delta P_{BESC.CAL}) + \Delta P_{ELEMENTS})$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * 20 + 16 * 20) + 400 \text{ mmca} + 3.265 \text{ mmca}) = 4.617 \text{ mmca}$$

En el circuit del bescanviador (unitat de condicionament):

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * \Delta P_{CONJUNT} + 14 * \Delta P_{BESC.UNITAT}) + \Delta P_{ELEMENTS})$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * 20 + 35 * 20) + 400 \text{ mmca}) = 2.416 \text{ mmca}$$

La següent taula (Taula 69) es resumeixen els valors obtinguts pel dimensionament hidràulic dels diferents circuits per cobrir les necessitats del vas de la piscina. Els resultats d'espessor de l'aïllament s'ha obtingut a partir de la taula (Taula 63) i el diàmetre de la canonada de buidat mitjançant la taula (Taula 62).

Taula 69. Resum dels valors dels circuits secundari per cobrir les necessitats del vas. En la taula es reflecteixen els valors de Potència (kW), Psingular (pèrdua singular d'un element, expressada en mca), ΔP màx (pèrdua màxima de la canonada, expressada en mca), Ø canonada buidat (mm) i gruix aïllant (mm).

Circuit	Potència (kW)	Psingular (mca)	ΔP màx (mca)	Ø canonada buidat (mm)	Gruix aïllant (mm)
Besc. (BdC) - Vas	70	1,42	2,65	25	25
Besc. (Caldera de biomassa) - Vas	92	3,27	4,62	25	30
Besc. (Unitat de condicionament) - Vas	18	-	2,42	20	25
Conjunt - Vas	162	-	-	32	32

A.10.5. Dimensionament dels circuits hidràulics secundaris per escalfar l'aigua del per la producció d'ACS

El projecte inclou també dos circuits per escalfar l'aigua de xarxa per la producció d'ACS.

Els dos circuits secundaris que serveixen per cobrir les necessitats per la producció d'ACS són els següents:

- Provenent del bescanviador de la bomba de calor.
- Provenent del bescanviador de la caldera de pèl·lets.

El circuit hidràulic secundari que prové del bescanviador de la bomba de calor serveix per escalfar l'aigua en el dipòsit d'acumulació d'ACS 1, mentre que el circuit hidràulic secundari provinent del bescanviador de la caldera de pèl·lets serveix per produir l'ACS del dipòsit d'acumulació d'ACS 2 (Figura 34).

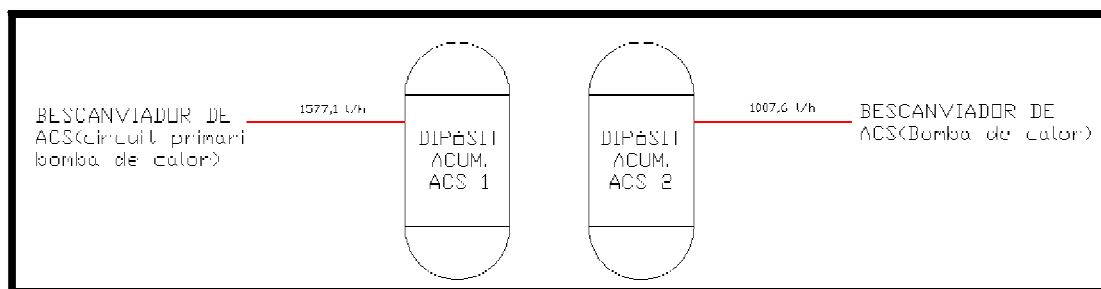


Figura 34. Cabals dels conductes d'aigua impulsió del circuit secundari per cobrir les necessitats de la producció d'ACS.

A partir del cabal dels conductes i imposant una pèrdua de càrrega es determina el diàmetre interior i la velocitat del fluid mitjançant l'àbac (Figura 30). En la següent taula (Taula 70) s'observen els resultats.

Taula 70. Resultats dels circuits hidràulics per cobrir les necessitats per la producció d'ACS. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aigua que passa per la xarxa hidràulica, expressada en l/h i en l/min), Diàmetre interior (mm), Diàmetre nominal x espessor (mm), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de longitud de canonada, expressada en mmca/m de longitud) i v (velocitat de l'aigua, expressada en m/s).

Circuit	Q (l/h)	Q (l/min)	Diàmetre int (mm)	Diàmetre nom. x espessor (mm)	ΔP (mmca/ m de longitud)	v (m/s)
Besc. (BdC) - D.ACS 1	1577,1	26,3	26	28x1	20	0,73
Besc. (Cal.) - D.ACS 2	1007,6	16,8	26	28x1	15	0,575

S'han trobat les pèrdues màximes de cada subcircuit per la producció d'ACS.

En el circuit del bescanviador (bomba de calor):

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * \Delta P_{BESC.BdC})) + \Delta P_{ELEMENTS}$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * 20)) + 673,5 \text{ mmca} = 729,5 \text{ mmca}$$

En el circuit del bescanviador (caldera de biomassa):

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * \Delta P_{BESC.CAL})) + \Delta P_{ELEMENTS}$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (1 * 15)) + 969,4 \text{ mmca} = 1.011,4 \text{ mmca}$$

La següent taula (Taula 71) resumeix els valors obtinguts pel dimensionament hidràulic dels diferents circuits que hi ha en el circuit secundari per cobrir les necessitats de producció d'ACS. Els resultats d'espessor de l'aïllament s'ha obtingut a partir de la taula (Taula 63) i el diàmetre de la canonada de buidat mitjançant la taula (Taula 62).

Taula 71. Resum dels valors dels circuits secundari per la producció ACS. En la taula es reflecteixen els valors de Potència (kW), Psingular (pèrdua singular d'un element, expressada en mca), ΔP màx (pèrdua màxima de la canonada, expressada en mca), \varnothing canonada buidat (mm) i gruix aïllant (mm).

Circuit	Potència (kW)	Psingular (mca)	ΔP màx (mca)	\varnothing canonada buidat (mm)	Gruix aïllant (mm)
Besc. (BdC) - D.ACS 1	64	0,67	0,73	25	25
Besc. (Caldera) - D.ACS 2	64	0,96	1	25	25

A.10.6. Dimensionament del circuit de distribució de l'ACS

El circuit de distribució de l'ACS és l'encarregat de portar l'ACS des dels dipòsits d'acumulació fins als vestidors on s'utilitza. A partir del cabal del conducte i imposant una pèrdua de càrrega es determina el diàmetre interior i la velocitat del fluid mitjançant l'àbac (Figura 30). En la següent taula (Taula 72) s'observen els resultats.

Taula 72. Resum dels valors del circuit hidràulic de distribució d'ACS. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aigua que passa per la xarxa hidràulica, expressada en l/h i en l/min), Diàmetre interior (mm), Diàmetre nominal x espessor (mm), ΔP (pèrdua de càrrega per metre de longitud de canonada, expressada en mmca/m de longitud) i v (velocitat de l'aigua, expressada en m/s).

Circuit	Q (l/h)	Q (l/min)	Diàmetre int (mm)	Diàmetre nom. x espessor (mm)	ΔP (mmca/ m de longitud)	v (m/s)
Distribució d'ACS	2.000	33,3	33	35x1	15	0,69

S'han trobat les pèrdues màximes del circuit de distribució d'ACS.

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (15 * \Delta P_{DcircuitACS}) + \Delta P_{ELEMENTS})$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 1,4 (2 * (15 * 20)) = 840 \text{ mmca}$$

Els valors obtinguts pel dimensionament hidràulic pel circuit hidràulic per cobrir les necessitats de distribuir l'ACS es mostren a continuació (Taula 73). Els resultats d'espessor de l'aïllament s'ha obtingut a partir de la taula (Taula 63) i el diàmetre de la canonada de buidat mitjançant la taula (Taula 62).

Taula 73. Resum dels valors dels circuits de la distribució d'ACS. En la taula es reflecteixen els valors de Potència (kW), P singular (pèrdua singular d'un element, expressada en mca), ΔP màx (pèrdua màxima de la canonada, expressada en mca), \varnothing canonada buidat (mm) i gruix aïllant (mm).

Circuit	Potència (kW)	P singular (mca)	ΔP màx (mca)	\varnothing canonada buidat (mm)	Gruix aïllant (mm)
Circuit distribució d'ACS	64	-	0,84	25	25

A.10.7. Circuit primari de l'intercanviador de calor del clavegueram

Hi ha un circuit hidràulic per portar la calor recuperada de les ARU a nivell dels panells d'intercanvi cap a la bomba de calor. Cal recordar que en aquest cas, els tubs són de PVC i segons les dades proporcionades per l'empresa Rabtherm la pèrdua màxima de càrrega en els tubs és de 300 kPa i les característiques del circuit hidràulic són les següents (Taula 74;Taula 75):

Taula 74. Resum dels valors del circuit hidràulic del circuit primari de l'intercanviador del clavegueram. En la taula es reflecteixen els valors de Q (cabal d'aigua que passa per la xarxa hidràulica, expressada en l/h i en l/min), Diàmetre interior (mm), Diàmetre nominal x espessor (mm), i v (velocitat de l'aigua, expressada en m/s).

Circuit	Q (l/h)	Q (l/min)	Diàmetre int (mm)	Diàmetre nom. x espessor (mm)	v (m/s)
Inter clave - BdC	41.634	693,9	75	80x2,5	2,6

Taula 75. Resum dels valors del circuit primari de l'intercanviador del clavegueram. En la taula es reflecteixen els valors de Potència (kW), ΔP màx (pèrdua màxima de la canonada, expressada en mca), \varnothing canonada buidat (mm) i gruix aïllant (mm).

Circuit	Potència (kW)	ΔP màx (mca)	\varnothing canonada buidat (mm)	Gruix aïllant (mm)
Circuit distribució d'ACS	140	30.59	25	30

A.11. Equips dels circuits hidràulics de la instal·lació

A.11.1. Bomba de circulació

Les bombes de circulació s'encarreguen de fer moure el fluid que transporta la calor pel circuit hidràulic. La bomba ha de compensar les pèrdues de càrrega (resistència al moviment del fluid) de tot el circuit.

A.11.1.1. Elecció de la bomba de circulació

Les característiques de la bomba de circulació d'aigua s'han calculat mitjançant el programa informàtic "Sedical". Totes les bombes de l'estudi són del tipus amb rotor sec, dobles, muntades en línia i sense variador. Les bombes proposades en la instal·lació es mostren en la següent taula (Taula 76).

Taula 76. Bombes de circulació de la instal·lació.

Circuit	Bomba	Model	Cabal (m ³ /h)	ΔP (mca)	Rev (rpm)	Potència a motor (kW)	Rodet	dB(A)
C.CdB - Cfan-coils	B-1	SDM 32/105.1-0.05/K	1,57	2,61	1.450	0,05	94	26
C.CdB - Besc (Vas)	B-2	SDM 32/105.1-0.08/K	4,06	2,85	1.450	0,08	100	26
C.CdB - Besc (ACS)	B-3	SMD 40/145.1-0.20/K	2,82	3,95	1.450	0,2	110	38
C.CdB - Besc (Unitat de condicionament de l'aire piscina)	B-4	SDM 32/105.1-0.25/K	4,52	7,73	2.900	0,25	83	49
CdB - Col·lector	B-5	SADP 50/9 T	12,9	0,35	2.920	0,70	95	54
C.BdC - Cfan-coils	B-6	SDM 40/145.1-0.20/K	3,13	3,79	1.450	0,2	108	38
C.BdC - Besc (Vas)	B-7	SDP 32/105.1-0.25/K	6,09	6,28	2.900	0,25	78	49
C.BdC - Besc (ACS)	B-8	SDM 40/145.1-0.20/K	5,56	5,63	1.450	0,2	138	38
BdC1 - Col·lector	B-9	SDM 32/105.1-0.05/K	7,40	1,24	1.450	0,05	86	26
BdC2 - Col·lector	B-10	SDM 32/105.1-0.05/K	7,40	1,24	1.450	0,05	86	26
Besc (BdC) - Vas de la piscina	B-11	SDM 32/105.1-0.05/K	2,51	2,65	1.450	0,05	95	26
Besc (CdB) - Vas de la piscina	B-12	SDM 40/145.1-0.20/K	3,29	4,62	1.450	0,2	121	38
Besc (U. de cond. aire) - Vas de la piscina	B-13	SDM32/105.1-0.05/K	1,55	2,42	1.450	0,05	91	26
Besc (BdC) - D.ACS1	B-14	SDM 32/105.1-0.05/K	1,57	0,73	1.450	0,05	70	26
Besc (CdB) - D.ACS2	B-15	SDM 32/105.1-0.05/K	1	1	1.450	0,05	70	26
Distribució ACS	B-16	SADP 40/8T	2	0,8	2.950	0,35	90	50
BdC - Inter. del clavegueram	B-17	SDP 65/185.2-5.5/K	41,6	30,59	2.900	5,5	177	71

A continuació es mostraren les figures proporcionades pel programa informàtic Sedical de cada bomba de circulació.

- **Bomba 1: Col·lector de la caldera de biomassa - conjunt de fan-coils.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut una sèrie de dades (Figura 35). La fitxa tècnica de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba queden relaxades en les següents figures (Figura 36; Figura 37).

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m ³ /h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 32/105.1-0.05/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	94	1.57	2.61	0.05	0.98	1254.00	1254.00

Figura 35. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - conjunt de fan-coils).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 32/105.1-0.05/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 1.6 m³/h
 Pérdida de carga : 2.6 mca
 Temperatura de trabajo : 90.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 32/105.1-0.05/K
 Rodete : Ø 94
 Caudal : 1.6 m³/h
 Pérdida de carga : 2.6 mca
 NPSH requerido : 1.0 m
 Nivel sonoro : 26 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.05 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.2 A
 Consumo máx. 3x230 V : 0.4 A
 Potencia del eje (P2) : 0.03 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.05 kW
 Rendimiento motor : 61.00 %
 Rendimiento bomba : 34.29 %
 Rendimiento global : 20.92 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos externamente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. sílice
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Max +100°C / Min -15°C
 : Max ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
220.0	395.0	321.0	116.0	28.0

P.Tarifa 2010: 1254.00 Euros
 Iva no incluido (v 1/10)

Figura 36. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - conjunt de fan-coils).

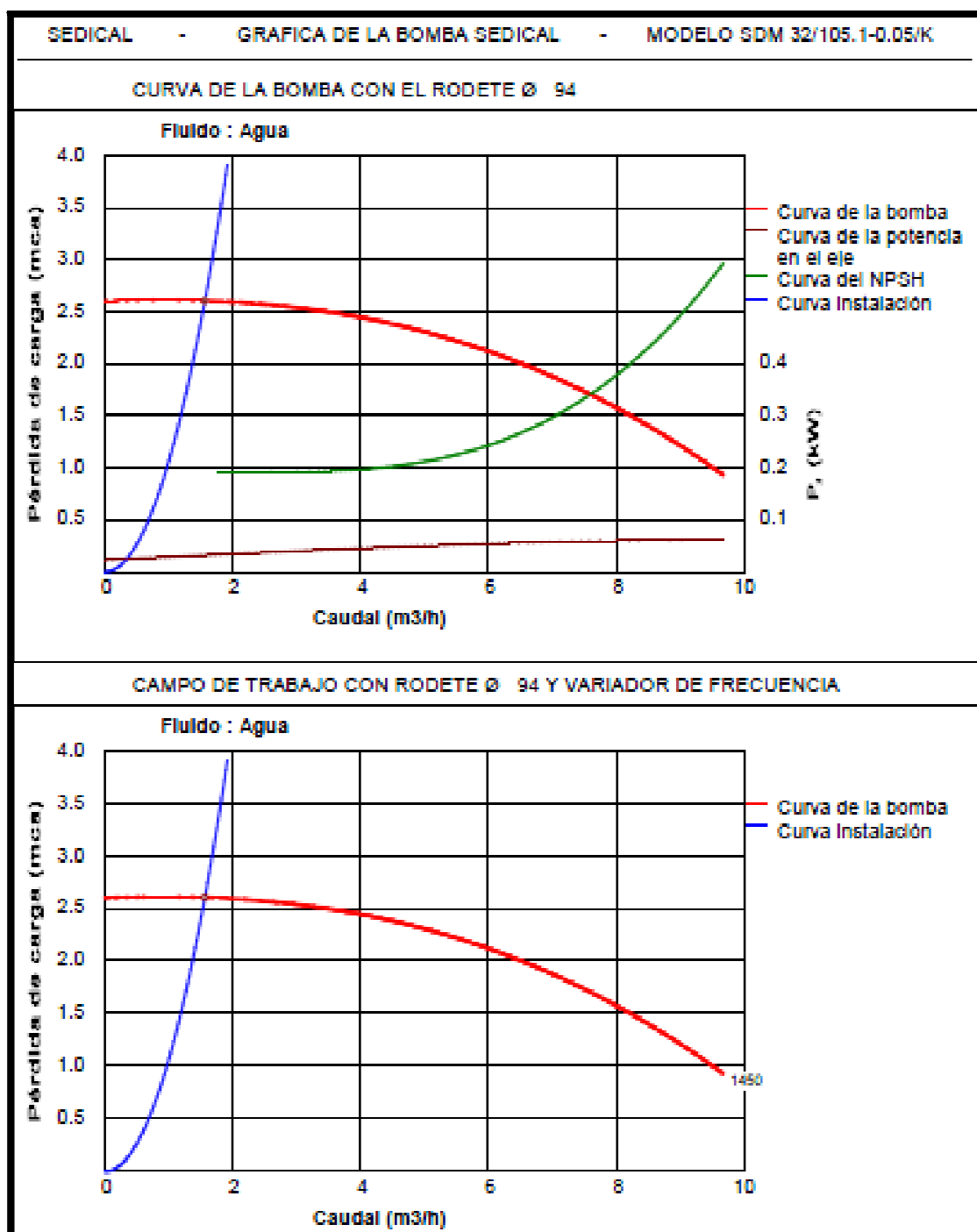


Figura 37. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - conjunt de fan-coils).

- Bomba 2: Col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador del vas de la piscina.

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 38). La fitxa tècnica (Figura 39) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 40) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m ³ /h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 32/105.1-0.08/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	100	4.08	2.82	0.08	0.99	1258.00	1258.00

Figura 38. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador del vas de la piscina).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 32/105.1-0.08/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 4.1 m³/h
 Pérdida de carga : 2.8 mca
 Temperatura de trabajo : 90.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 32/105.1-0.08/K
 Rodete : Ø 100
 Caudal : 4.1 m³/h
 Pérdida de carga : 2.8 mca
 NPSH requerido : 1.0 m
 Nivel sonoro : 26 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.08 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.3 A
 Consumo máx. 3x230 V : 0.5 A
 Potencia del eje (P2) : 0.05 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.08 kW
 Rendimiento motor : 68.00 %
 Rendimiento bomba : 59.03 %
 Rendimiento global : 40.14 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Max ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1258.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)
220.0	395.0	321.0	116.0	28.0	

Figura 39. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador del vas de la piscina).

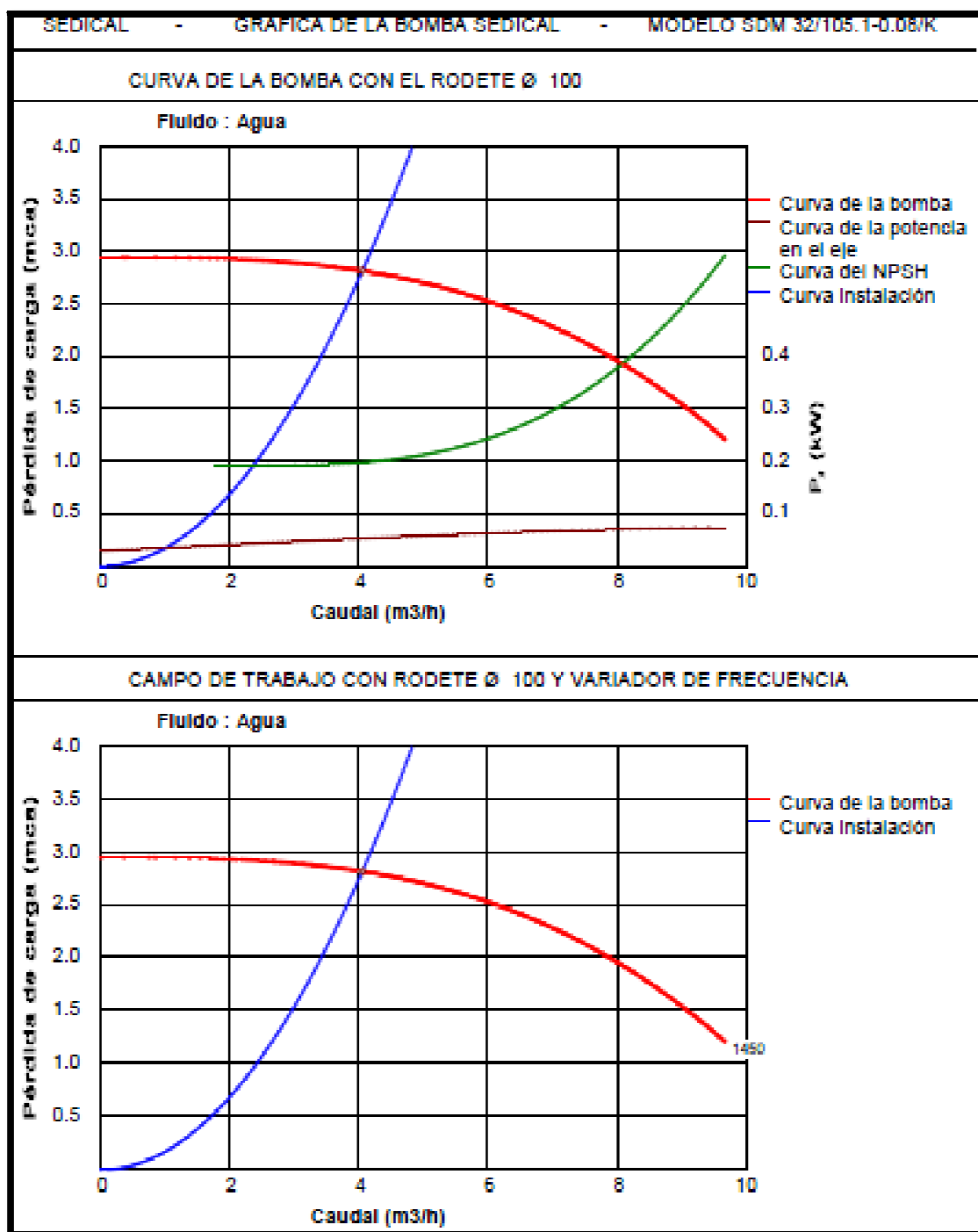


Figura 40. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador del vas de la piscina).

- **Bomba 3: Col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador de l'ACS.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 41). La fitxa tècnica (Figura 42) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 43) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 40/145.1-0.20/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	110	2.82	3.95	0.08	0.94	1471.00	1471.00

Figura 41. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador de l'ACS).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 40/145.1-0.20/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 2.8 m3/h
 Pérdida de carga : 4.0 mca
 Temperatura de trabajo : 90.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 40/145.1-0.20/K
 Rodete : Ø 110
 Caudal : 2.8 m3/h
 Pérdida de carga : 4.0 mca
 NPSH requerido : 0.9 m
 Nivel sonoro : 38 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.20 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.7 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.1 A
 Potencia del eje (P2) : 0.05 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.08 kW
 Rendimiento motor : 69.00 %
 Rendimiento bomba : 57.95 %
 Rendimiento global : 39.99 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. sílice
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2
 Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 40 mm DN 2: 40 mm
 Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1471.00 Euros Iva no Incluido (v 1/10)
250.0	465.0	406.0	116.0	38.0	

Figura 42. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador de l'ACS).

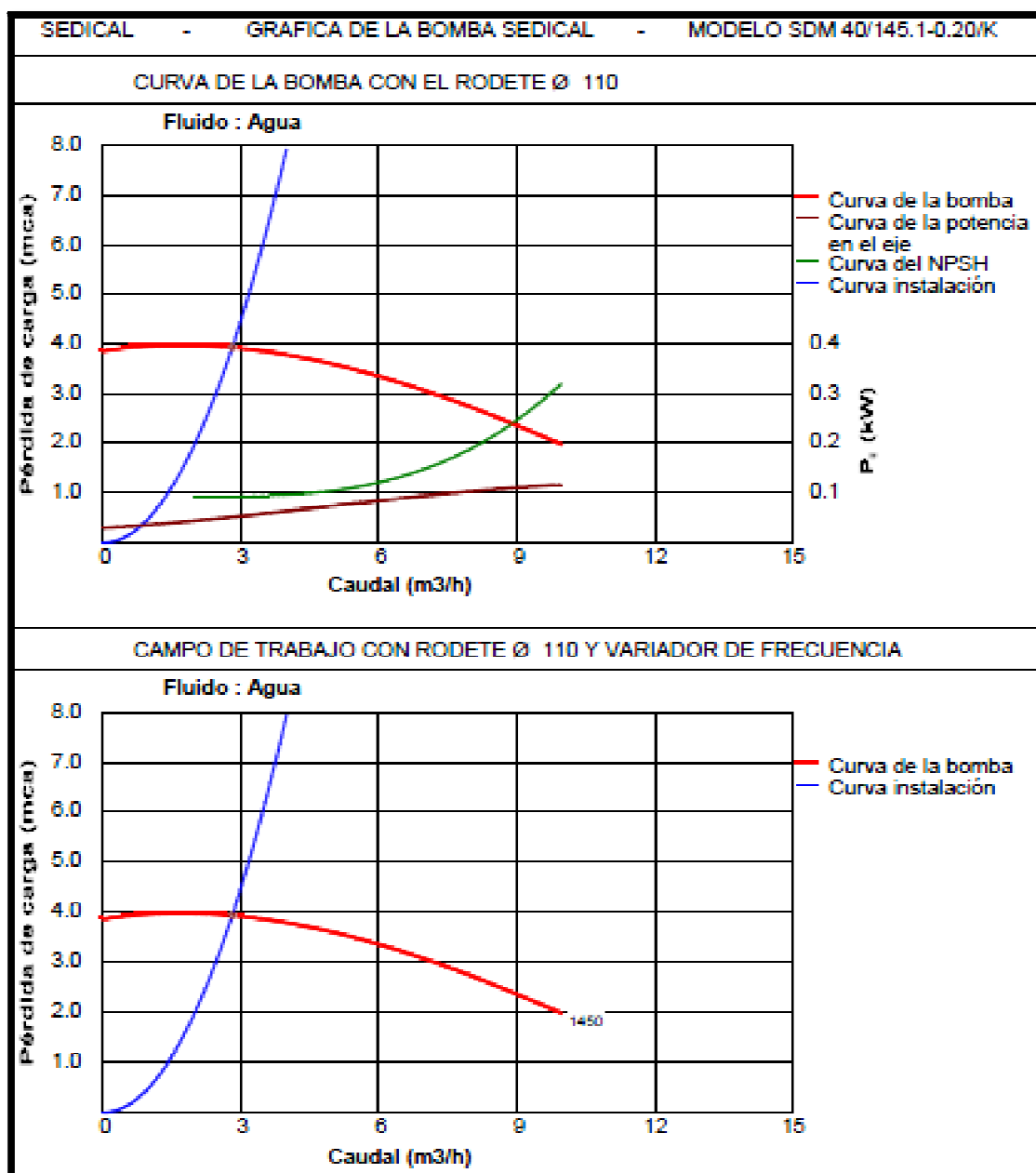


Figura 43. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bescanviador de l'ACS).

- **Bomba 4: Col·lector de la caldera de biomassa - bateria de la unitat de condicionament de l'aire de la piscina.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 44). La fitxa tècnica (Figura 45) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 46) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDP 32/105.1-0.25/K	No	T	2900	SECO	DOBLE	83	4.52	7.73	0.26	1.46	1322.00	1322.00

Figura 44. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bateria de la unitat de condicionament de l'aire de la piscina).

SEDICAL - HOJA TECNICA DE LA BOMBA SDP 32/105.1-0.25/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCION
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 4.5 m3/h
 Pérdida de carga : 7.7 mca
 Temperatura de trabajo : 90.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDP 32/105.1-0.25/K
 Rodete : Ø 83
 Caudal : 4.5 m3/h
 Pérdida de carga : 7.7 mca
 NPSH requerido : 1.5 m
 Nivel sonoro : 49 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Motor

Velocidad : 2900 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.25 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.7 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.2 A
 Potencia del eje (P2) : 0.17 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.26 kW
 Rendimiento motor : 67.00 %
 Rendimiento bomba : 55.30 %
 Rendimiento global : 37.05 %

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. sílice
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1322.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)
220.0	395.0	391.0	116.0	30.0	

Figura 45. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bateria de la unitat de condicionament de l'aire de la piscina).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDP 32/105.1-0.25/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 4.5 m³/h
 Pérdida de carga : 7.7 mca
 Temperatura de trabajo : 90.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDP 32/105.1-0.25/K
 Rodete : Ø 83
 Caudal : 4.5 m³/h
 Pérdida de carga : 7.7 mca
 NPSH requerido : 1.5 m
 Nivel sonoro : 49 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 2900 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.25 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.7 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.2 A
 Potencia del eje (P2) : 0.17 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.26 kW
 Rendimiento motor : 67.00 %
 Rendimiento bomba : 55.30 %
 Rendimiento global : 37.05 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Ele : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
220.0	395.0	391.0	116.0	30.0

P.Tarifa 2010: 1322.00 Euros
 Iva no Inculdo (v 1/10)

Figura 46. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la caldera de biomassa - bateria de la unitat de condicionament de l'aire de la piscina).

- **Bomba 5: Caldera de biomassa - col·lector de la caldera de biomassa.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 47). La fitxa tècnica (Figura 48) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 49) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SADP 50/9 T	No	T	2920	SECO	DOBLE	95	12.90	0.35	0.66	3.52	2042.00	2042.00

Figura 47. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Caldera de biomassa - col·lector de la caldera de biomassa).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SADP 50/9 T

Descripción del producto

Bomba de circulación para ACS de rotor seco, con una temperatura máxima de funcionamiento de 80°C, aunque se recomienda no sobrepasar los 60°C por los efectos negativos de la calcificación, salvo en cortos procesos. Bomba para instalaciones de calefacción o climatización, tanto domésticas como industriales, con temperaturas entre -15 y 120°C.

Calidad del agua: Doméstica potable, libre de sustancias abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 12.9 m3/h
 Pérdida de carga : 0.3 mca
 Temperatura de trabajo : 90.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SADP 50/9 T
 Rodete : Ø 95
 Caudal : 25.2 m3/h
 Pérdida de carga : 1.3 mca
 NPSH requerido : 3.5 m
 Nivel sonoro : 54 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 2920 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.70 kW
 Protección : IP 44
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 1.6 A
 Consumo máx. 3x230 V : 2.8 A
 Potencia del eje (P2) : 0.47 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.66 kW
 Rendimiento motor : 71.00 %
 Rendimiento bomba : 19.31 %
 Rendimiento global : 13.71 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : Fundición gris
 Eje : Acero Inoxidable
 Rodete : Termopolímero B
 Cierre mecánico : Cerámica / Carbono
 Juntas : EPDM

Conexiones : DN 50

Presión de trabajo : 10 bar
 Temperaturas : Máx +120°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	b1 mm	b2 mm	h mm	h1 mm	PESO kg
260.0	217.0	217.0	391.0	73.0	57.5

P.Tarifa 2010: 2042.00 Euros
 Iva no incluido (v 1/10)

Figura 48. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Caldera de biomassa - col·lector de la caldera de biomassa).

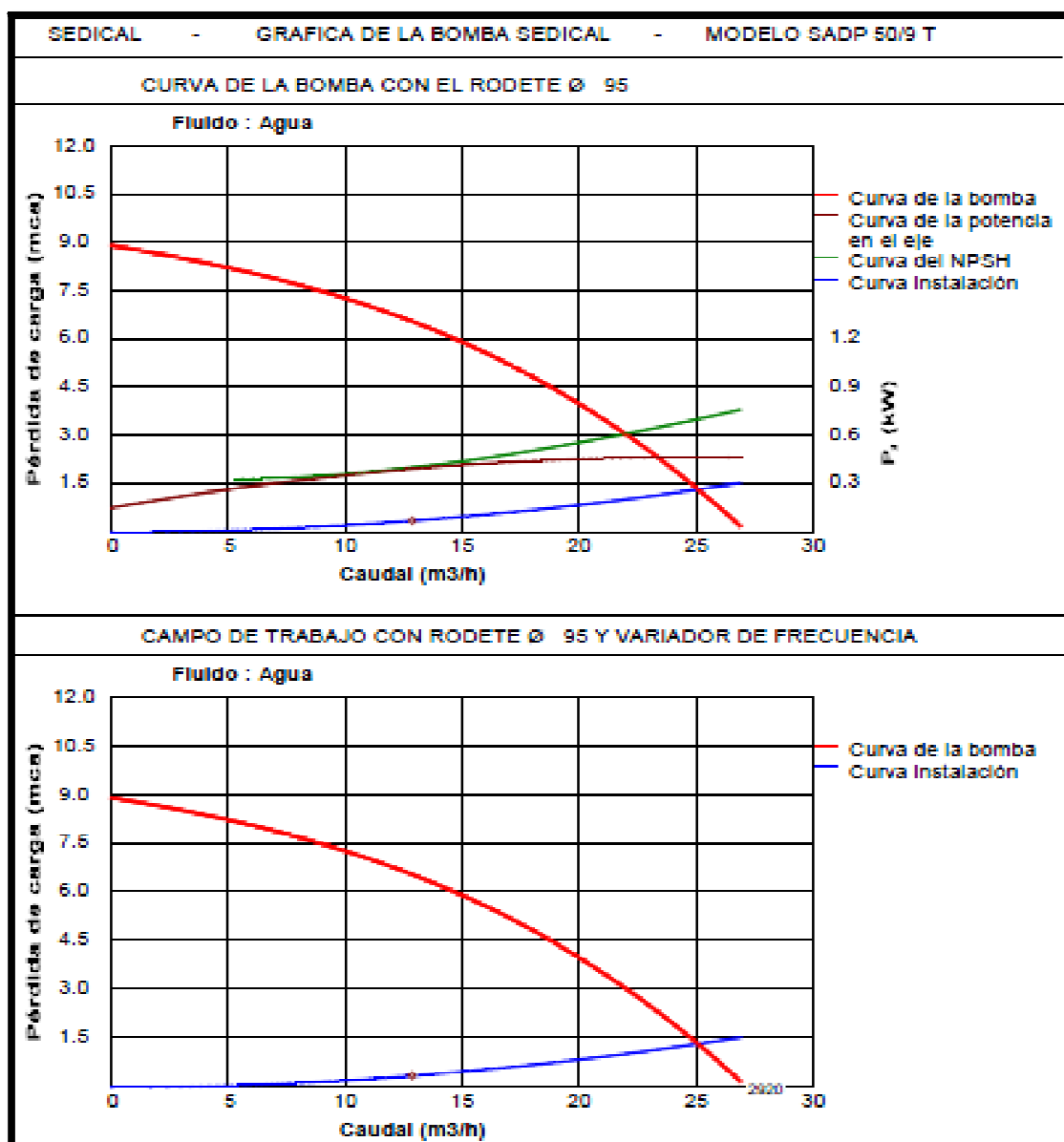


Figura 49. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Caldera de biomassa - col·lector de la caldera de biomassa).

- **Bomba 6: Col·lector de la bomba de calor - conjunt de fan-coils.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 50). La fitxa tècnica (Figura 51) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 52) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 40/145.1-0.20/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	108	3.13	3.79	0.08	0.94	1471.00	1471.00

Figura 50. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - conjunt de fan-coils).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 40/145.1-0.20/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 3.1 m3/h
 Pérdida de carga : 3.8 mca
 Temperatura de trabajo : 50.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 40/145.1-0.20/K
 Rodete : Ø 108
 Caudal : 3.1 m3/h
 Pérdida de carga : 3.8 mca
 NPSH requerido : 0.9 m
 Nivel sonoro : 38 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Pérdida de carga (mca)

Caudal (m3/h)

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.20 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.7 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.1 A
 Potencia del eje (P2) : 0.05 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.08 kW
 Rendimiento motor : 69.00 %
 Rendimiento bomba : 60.22 %
 Rendimiento global : 41.55 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Ele : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. sílice
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 40 mm DN 2: 40 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1471.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)
250.0	465.0	406.0	116.0	38.0	

Figura 51. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - conjunt de fan-coils).

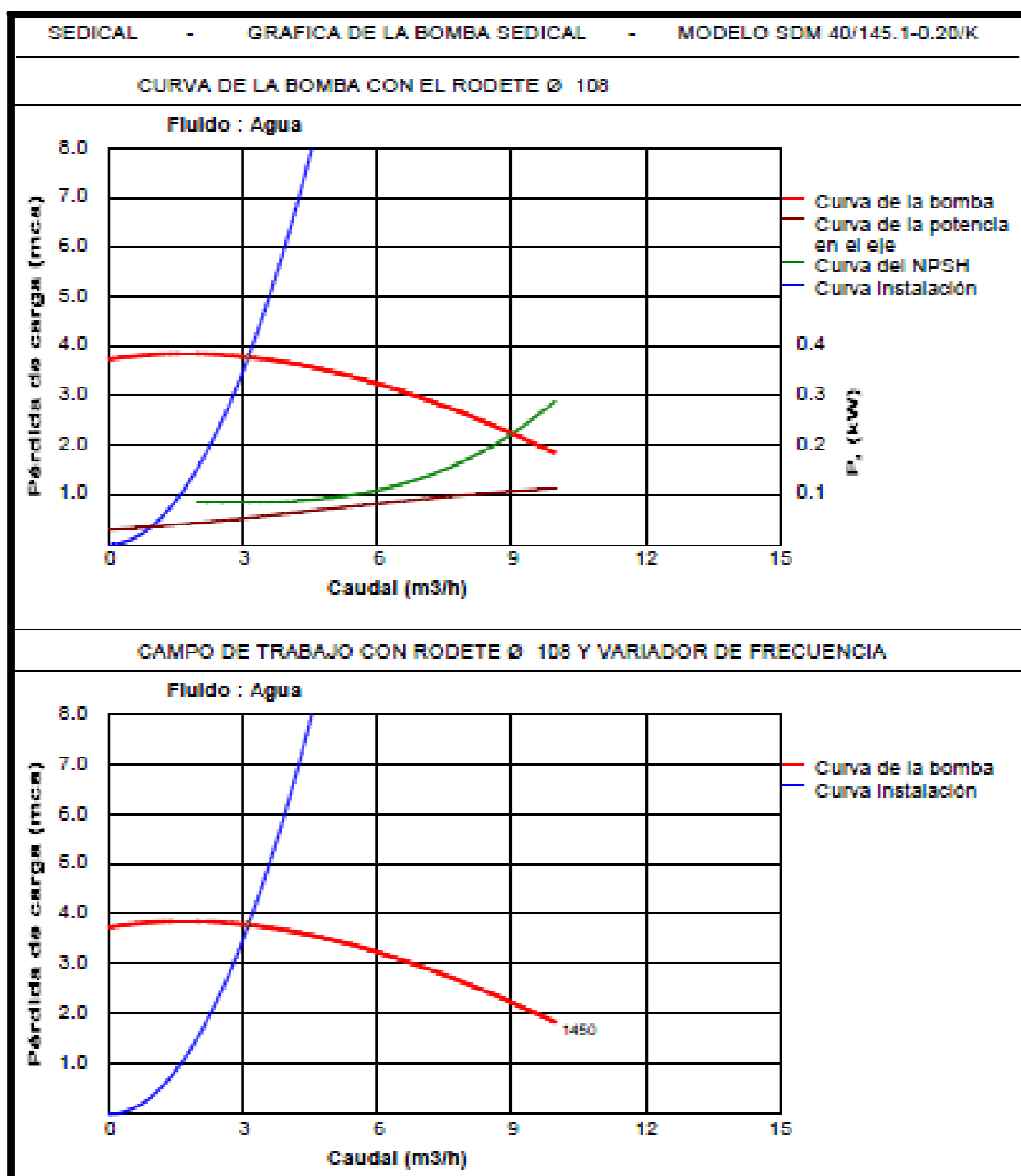


Figura 52. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - conjunt de fan-coils).

- **Bomba 7: Col·lector de la bomba de calor - bescanviador del vas de la piscina.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 53). La fitxa tècnica (Figura 54) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 55) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m ³ /h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDP 32/105.1-0.25/K	No	T	2900	SECO	DOBLE	78	6.09	6.28	0.23	1.51	1322.00	1322.00

Figura 53. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador del vas de la piscina).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDP 32/105.1-0.25/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 6.1 m³/h
 Pérdida de carga : 6.3 mca
 Temperatura de trabajo : 50.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDP 32/105.1-0.25/K
 Rodete : Ø 78
 Caudal : 6.1 m³/h
 Pérdida de carga : 6.3 mca
 NPSH requerido : 1.5 m
 Nivel sonoro : 49 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Motor

Velocidad : 2900 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.25 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.7 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.2 A
 Potencia del ele (P2) : 0.15 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.23 kW
 Rendimiento motor : 67.00 %
 Rendimiento bomba : 68.56 %
 Rendimiento global : 45.94 %

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. sílice
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bidas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1322.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)
220.0	395.0	391.0	116.0	30.0	

Figura 54. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador del vas de la piscina).

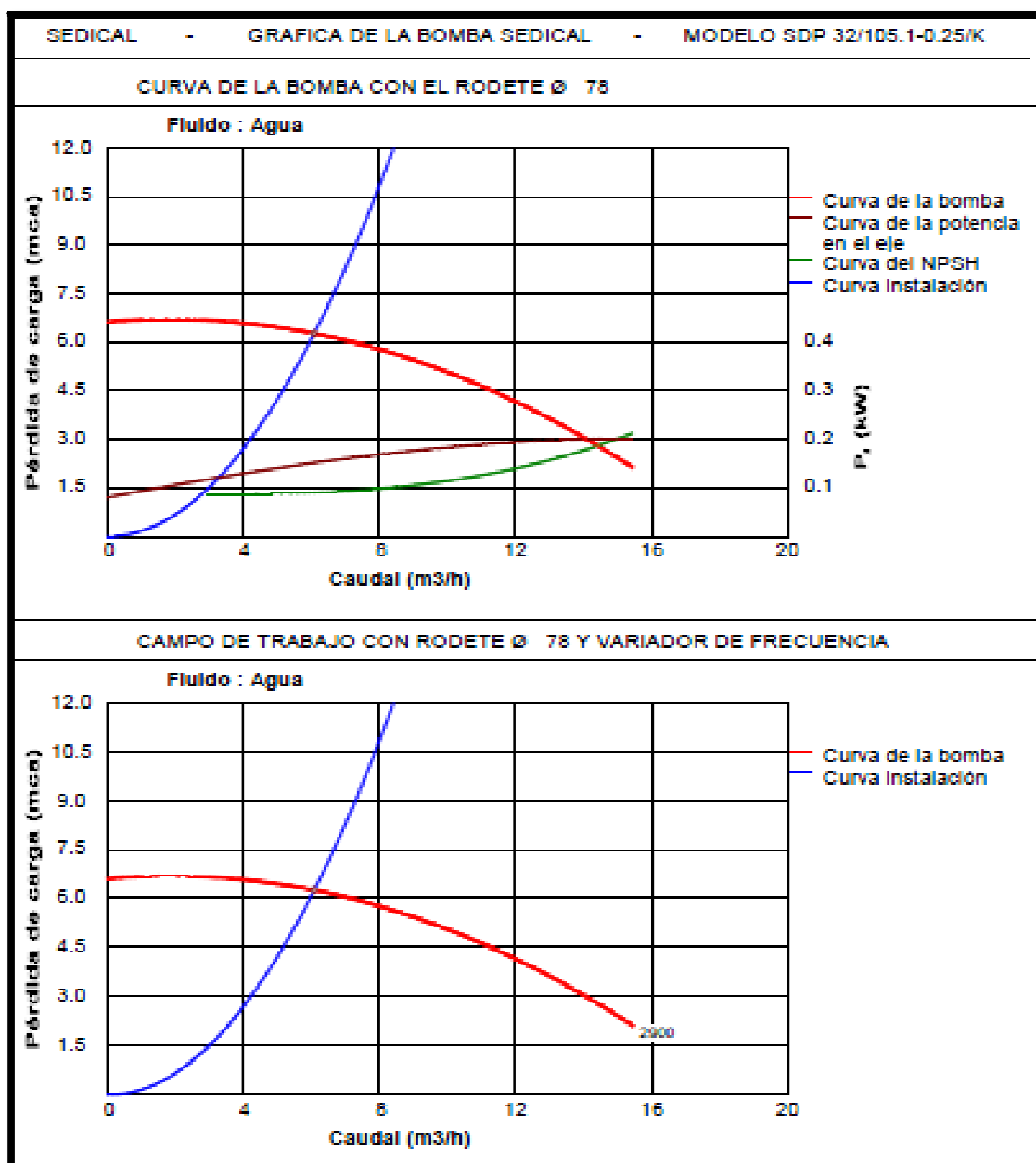


Figura 55. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador del vas de la piscina).

- **Bomba 8: Col·lector de la bomba de calor - bescanviador de l'ACS.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 56). La fitxa tècnica (Figura 57) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 58) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 40/145.1-0.20/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	138	5.66	5.63	0.20	1.13	1471.00	1471.00

Figura 56. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador de l'ACS).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 40/145.1-0.20/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 5.6 m3/h
 Pérdida de carga : 5.6 mca
 Temperatura de trabajo : 50.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 40/145.1-0.20/K
 Rodete : Ø 138
 Caudal : 5.6 m3/h
 Pérdida de carga : 5.6 mca
 NPSH requerido : 1.1 m
 Nivel sonoro : 38 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.20 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.7 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.1 A
 Potencia del eje (P2) : 0.14 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.20 kW
 Rendimiento motor : 69.00 %
 Rendimiento bomba : 61.64 %
 Rendimiento global : 42.53 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 40 mm DN 2: 40 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Max +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1471.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)
250.0	465.0	406.0	116.0	38.0	

Figura 57. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador de l'ACS).

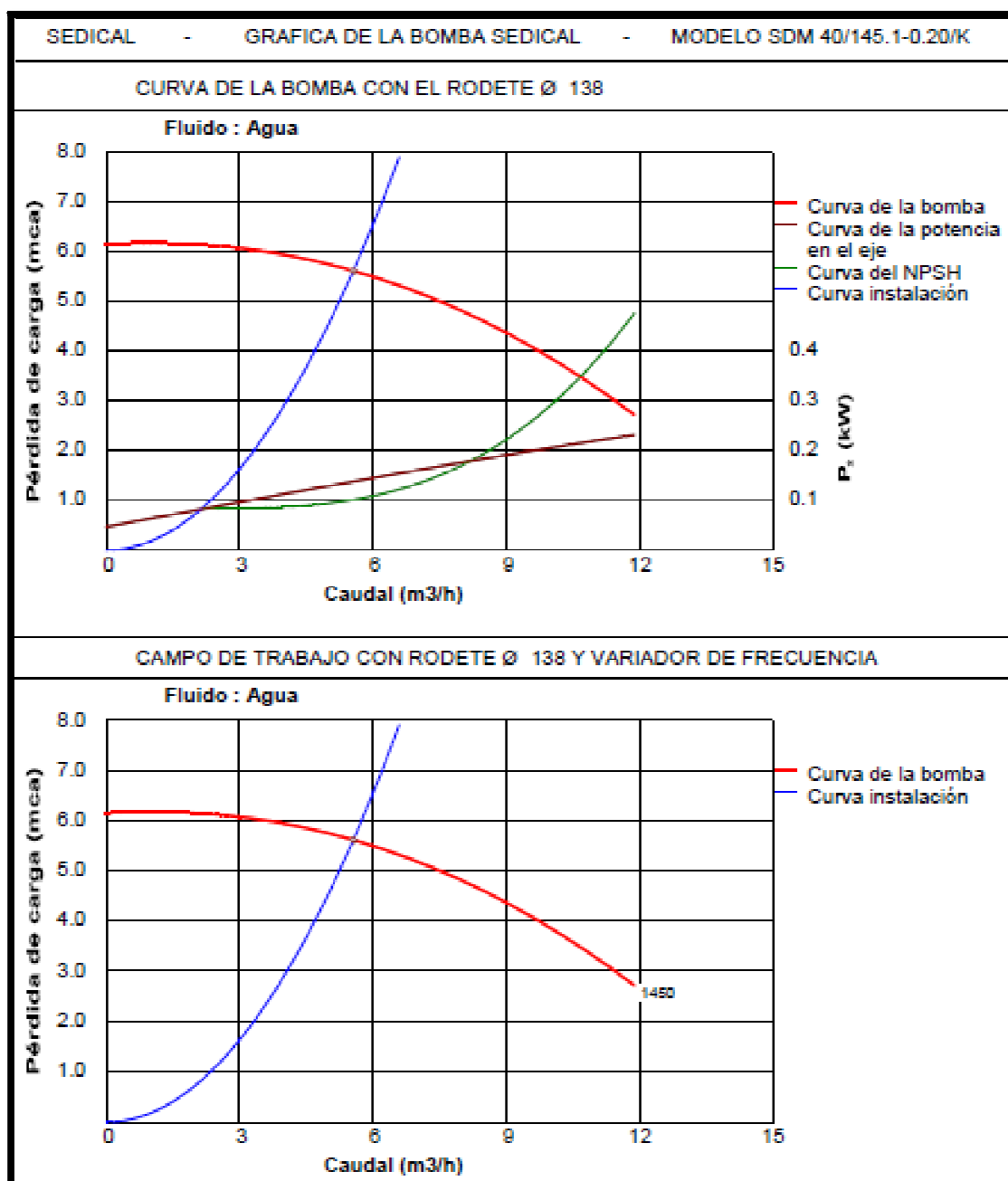


Figura 58. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (col·lector de la bomba de calor - bescanviador de l'ACS).

- **Bomba 9 i 10: Bomba de calor - Col·lector de la bomba de calor.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 59). La fitxa tècnica (Figura 60) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 61) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m ³ /h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 32/105.1-0.05/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	86	7.40	1.24	0.07	1.93	1254.00	1254.00

Figura 59. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - col lector de la bomba de calor).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 32/105.1-0.05/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 7.4 m³/h
 Pérdida de carga : 1.2 mca
 Temperatura de trabajo : 50.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 32/105.1-0.05/K
 Rodete : Ø 86
 Caudal : 7.4 m³/h
 Pérdida de carga : 1.2 mca
 NPSH requerido : 1.6 m
 Nivel sonoro : 26 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.05 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.2 A
 Consumo máx. 3x230 V : 0.4 A
 Potencia del eje (P2) : 0.05 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.07 kW
 Rendimiento motor : 61.00 %
 Rendimiento bomba : 55.30 %
 Rendimiento global : 33.73 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2
 Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm
 Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1254.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)
220.0	395.0	321.0	116.0	28.0	

Figura 60. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - col lector de la bomba de calor).

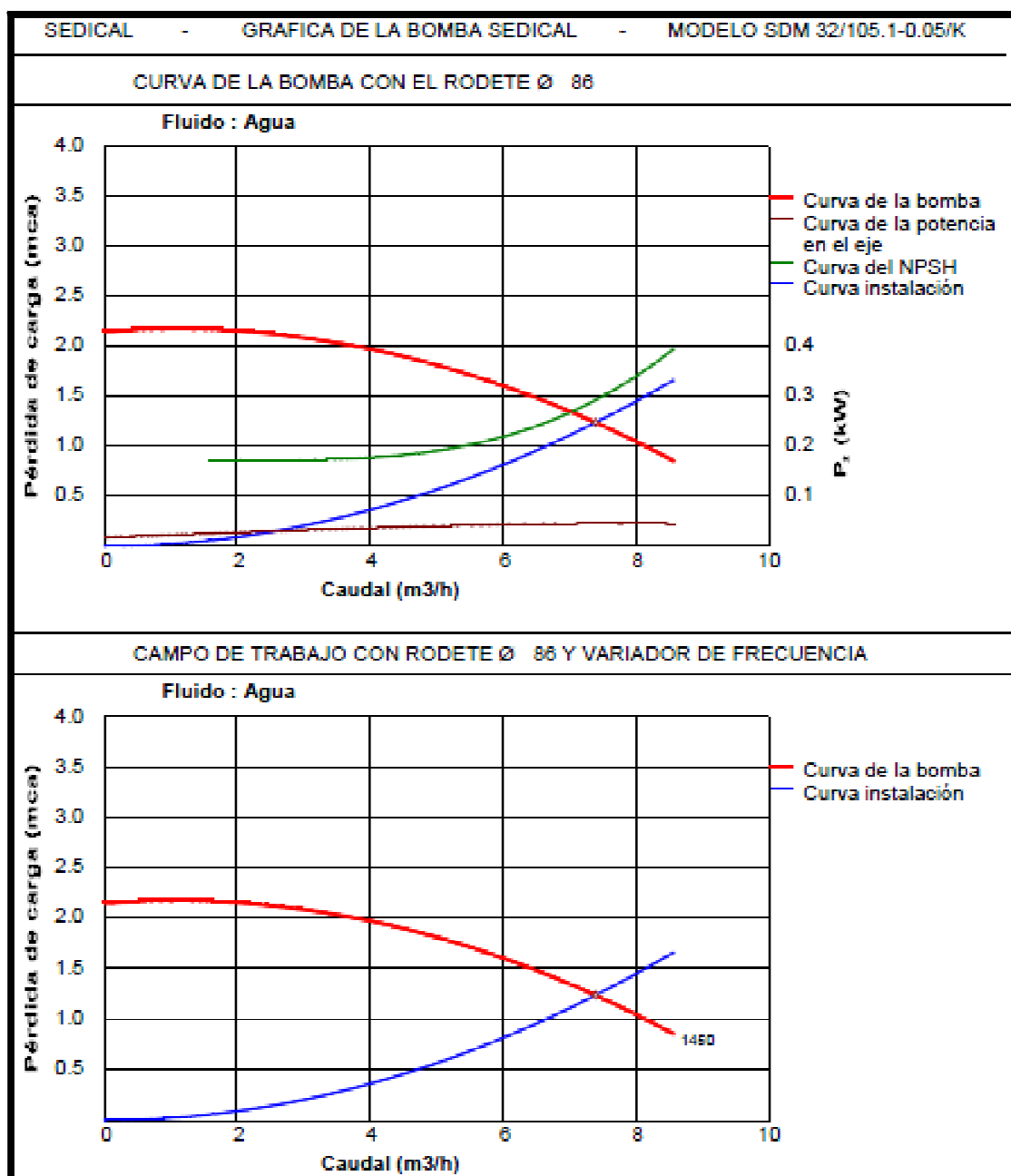


Figura 61. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (bomba de calor - col lector de la bomba de calor).

- **Bomba 11: Bescanviador (Bomba de calor) - vas de la piscina**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 62). La fitxa tècnica (Figura 63) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 64) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m ³ /h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 32/105.1-0.05/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	95	2.51	2.85	0.06	0.96	1254.00	1254.00

Figura 62. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (Bomba de calor) - vas de la piscina).

SEDICAL - HOJA TECNICA DE LA BOMBA SDM 32/105.1-0.05/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos	Datos obtenidos
Uso : CALEFACCIÓN	Bomba
Fluido : AGUA	Modelo : SDM 32/105.1-0.05/K
Rotor : SECO	Rodete : Ø 95
Tipo : DOBLE	Caudal : 2.5 m ³ /h
Caudal : 2.5 m ³ /h	Pérdida de carga : 2.8 mca
Pérdida de carga : 2.8 mca	NPSH requerido : 1.0 m
Temperatura de trabajo : 30.0 °C	Nivel sonoro : 26 dB(A)
Posición :	Construcción : In-line

Gráfica de la bomba	Motor
----------------------------	--------------

Velocidad	: 1450 rpm
Potencia Nominal (Pn)	: 0.05 kW
Protección	: IP 54
Clase de aislamiento	: F
Consumo máx. 3x400 V	: 0.2 A
Consumo máx. 3x230 V	: 0.4 A
Potencia del eje (P2)	: 0.04 kW
Potencia consumida (P1)	: 0.06 kW
Rendimiento motor	: 61.00 %
Rendimiento bomba	: 46.20 %
Rendimiento global	: 28.18 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos	Características técnicas
----------------------------	---------------------------------

Cuerpo de la bomba	: GG 20
Eje	: AISI 329
Cierre mecánico	: Carbón / Carb. silicio
Juntas	: EPDM
Impulsor	: NORYL GFN 2
Conexiones	: Bridas: ISO 7005
	: DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm
Presión de trabajo	: 10 bar.
Temperaturas	: Máx +100°C / Mín -15°C
	: Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	P.Tarifa 2010: 1254.00 Euros
220.0	395.0	321.0	116.0	28.0	Iva no incluido (v 1/10)

Figura 63. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (Bomba de calor) - vas de la piscina).

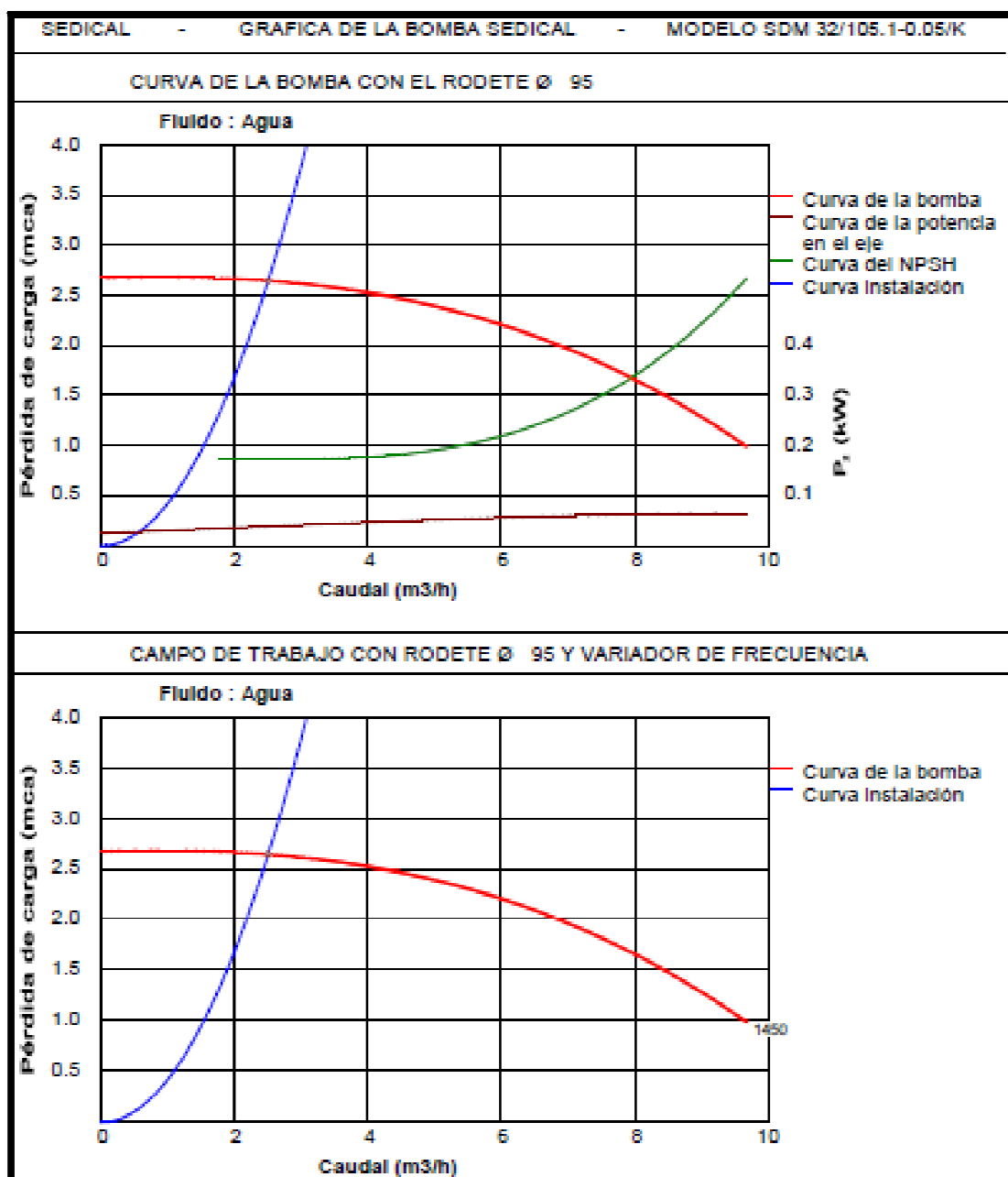


Figura 64. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (Bomba de calor) - vas de la piscina).

- **Bomba 12: Bescanviador (caldera de biomassa) - vas de la piscina**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 65). La fitxa tècnica (Figura 66) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 67) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m ³ /h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 40/145.1-0.20/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	121	3.29	4.62	0.11	0.94	1471.00	1471.00

Figura 65. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - vas de la piscina).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 40/145.1-0.20/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 3.3 m³/h
 Pérdida de carga : 4.6 mca
 Temperatura de trabajo : 30.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos

Bomba

Modelo : SDM 40/145.1-0.20/K
 Rodete : Ø 121
 Caudal : 3.3 m³/h
 Pérdida de carga : 4.6 mca
 NPSH requerido : 0.9 m
 Nivel sonoro : 38 dB(A)
 Construcción : In-line

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.20 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.7 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.1 A
 Potencia del eje (P2) : 0.07 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.11 kW
 Rendimiento motor : 69.00 %
 Rendimiento bomba : 56.76 %
 Rendimiento global : 39.17 %

Gráfica de la bomba

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 40 mm DN 2: 40 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Mín -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
250.0	465.0	406.0	116.0	38.0

P.Tarifa 2010: 1471.00 Euros
Iva no incluido (v 1/10)

Figura 66. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - vas de la piscina).

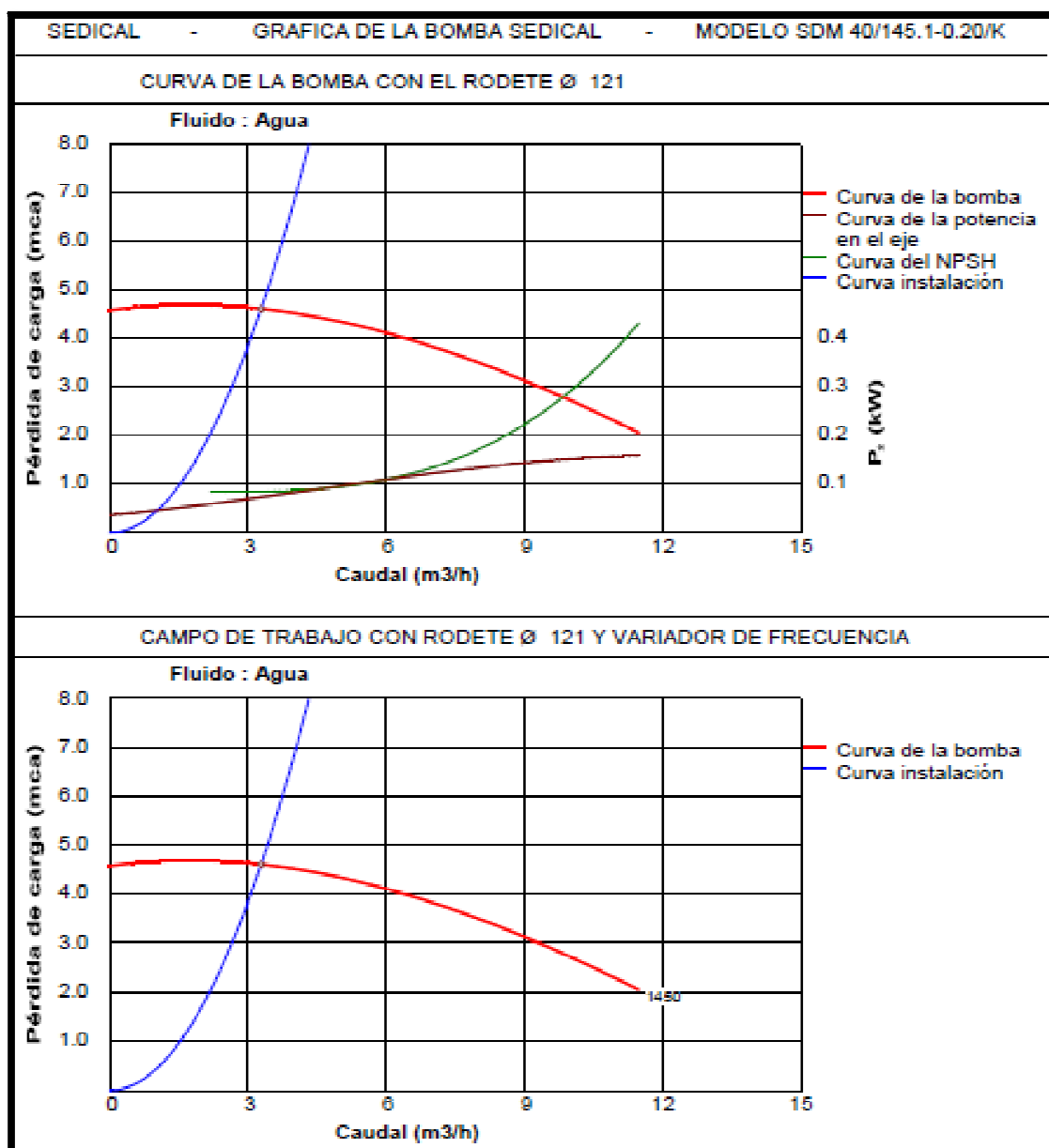


Figura 67. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - vas de la piscina).

- **Bomba 13: Bescanviador (unitat de condicionament de l'aire de la piscina) - vas de la piscina.**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 68). La fitxa tècnica (Figura 69) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 70) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 32/105.1-0.05/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	91	1.65	2.42	0.05	0.98	1254.00	1254.00

Figura 68. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (unitat de condicionament de l'aire de la piscina) - vas de la piscina).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 32/105.1-0.05/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 1.6 m3/h
 Pérdida de carga : 2.4 mca
 Temperatura de trabajo : 70.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 32/105.1-0.05/K
 Rodete : Ø 91
 Caudal : 1.6 m3/h
 Pérdida de carga : 2.4 mca
 NPSH requerido : 1.0 m
 Nivel sonoro : 26 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.05 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.2 A
 Consumo máx. 3x230 V : 0.4 A
 Potencia del eje (P2) : 0.03 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.05 kW
 Rendimiento motor : 61.00 %
 Rendimiento bomba : 35.06 %
 Rendimiento global : 21.39 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. sílice
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2
 Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm
 Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Min -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	
220.0	395.0	321.0	116.0	28.0	P.Tarifa 2010: 1254.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)

Figura 69. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (unitat de condicionament de l'aire de la piscina) - vas de la piscina).

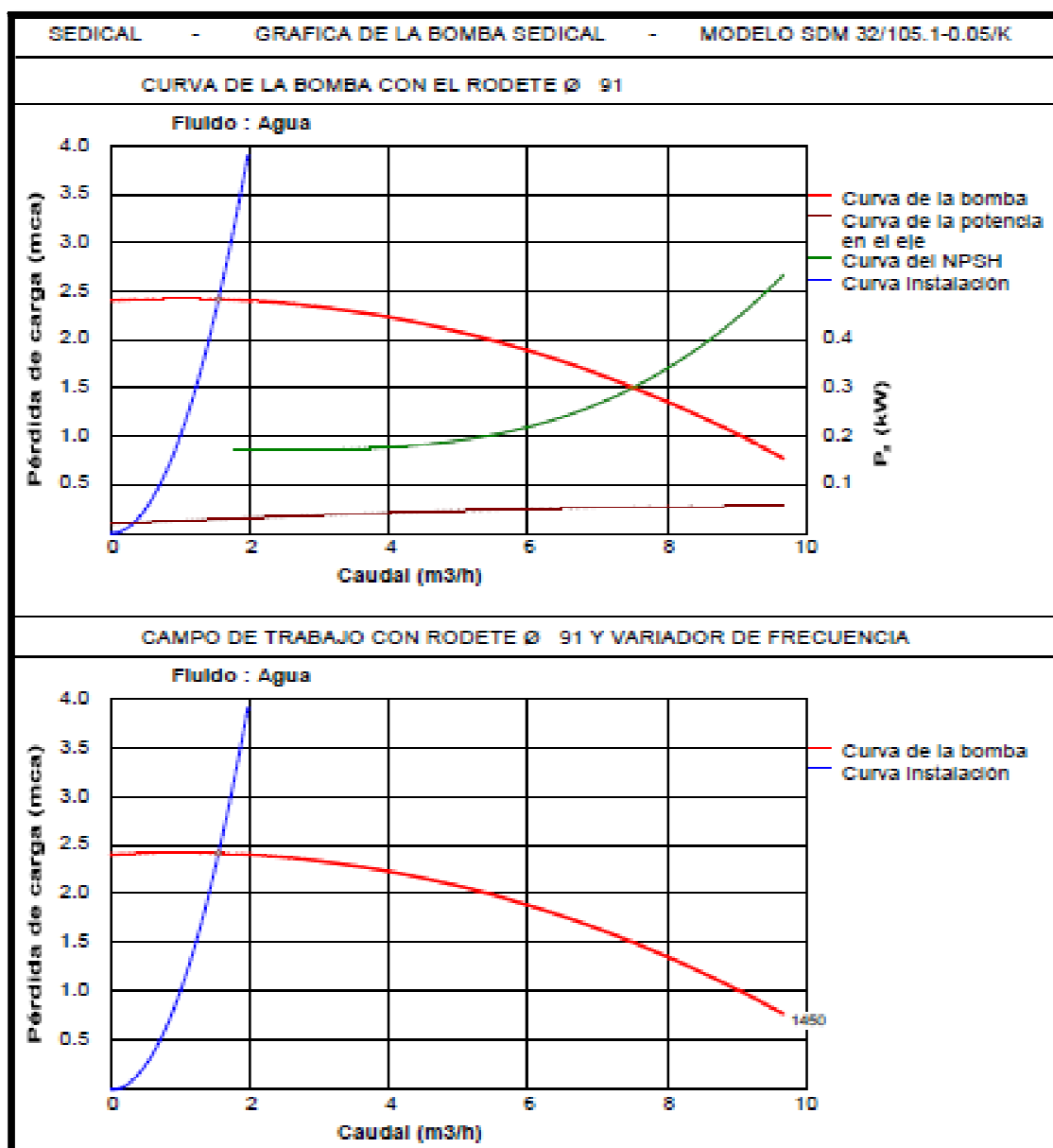


Figura 70. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (unitat de condicionament de l'aire de la piscina) - vas de la piscina).

- **Bomba 14: Bescanviador (bomba de calor) - dipòsit ACS 1**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 71). La fitxa tècnica (Figura 72) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 73) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 32/105.1-0.05/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	70	1.57	0.73	0.02	0.96	1254.00	1254.00

Figura 71. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (bomba de calor) - dipòsit ACS 1).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 32/105.1-0.05/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 1.8 m3/h
 Pérdida de carga : 0.7 mca
 Temperatura de trabajo : 30.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDM 32/105.1-0.05/K
 Rodete : Ø 70
 Caudal : 2.1 m3/h
 Pérdida de carga : 1.3 mca
 NPSH requerido : 1.0 m
 Nivel sonoro : 26 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.05 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.2 A
 Consumo máx. 3x230 V : 0.4 A
 Potencia del eje (P2) : 0.02 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.02 kW
 Rendimiento motor : 61.00 %
 Rendimiento bomba : 47.13 %
 Rendimiento global : 28.75 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Mín -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg	
220.0	395.0	321.0	116.0	28.0	P.Tarifa 2010: 1254.00 Euros Iva no incluido (v 1/10)

Figura 72. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (bomba de calor) - dipòsit ACS 1).

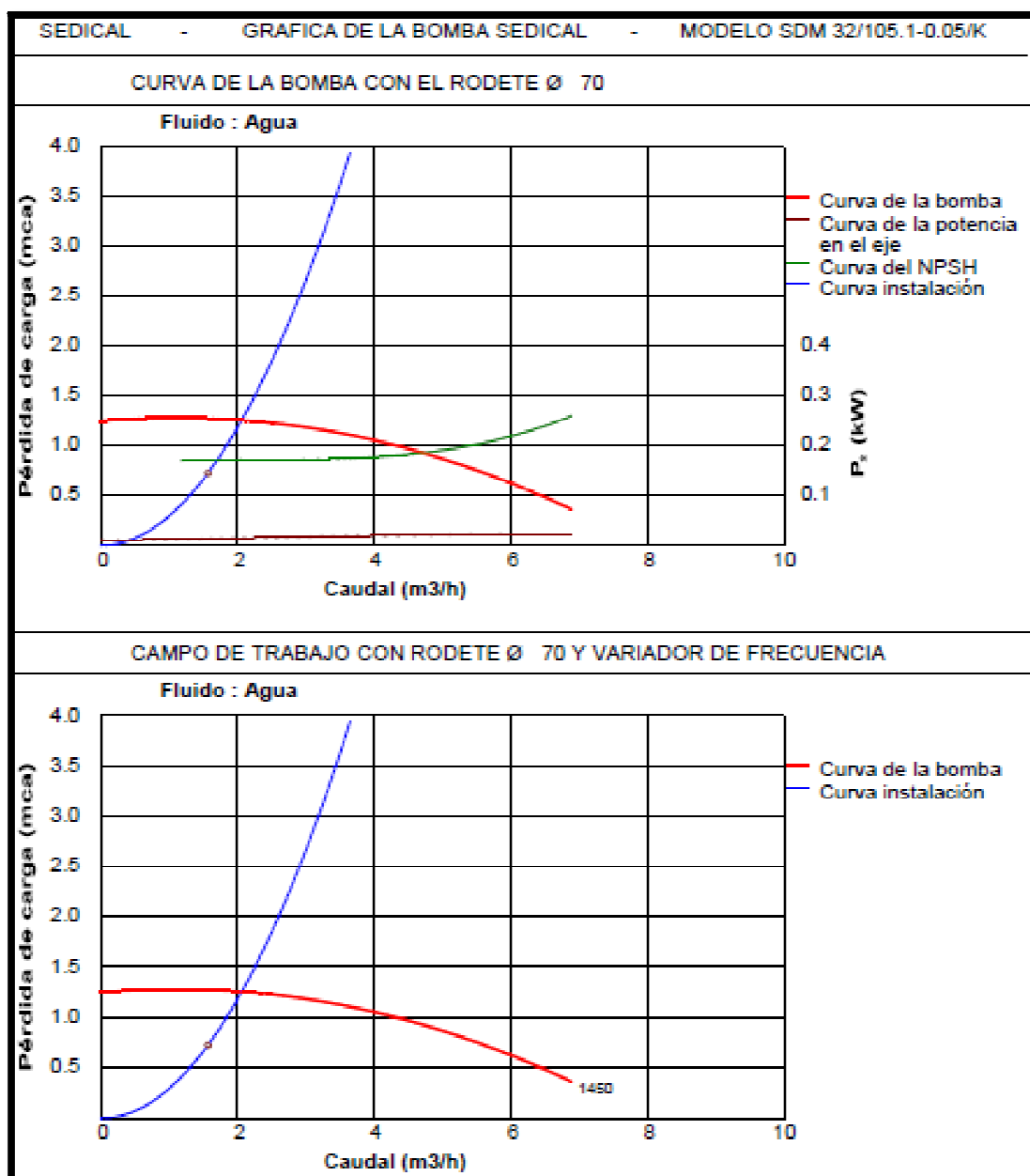


Figura 73. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (bomba de calor) - dipòsit ACS 1).

- **Bomba 15: Bescanviador (caldera de biomassa) - dipòsit ACS 2**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 74). La fitxa tècnica (Figura 75) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 76) es mostren a continuació.

Pos	UID	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R P M	TIPO DE ROTOR	SIMPLIFICADO DOBLE	RODTE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	FUROS UNITARIO TAR. 2010	FUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDM 32/105.1-0.05/K	No	T	1450	SECO	DOBLE	70	1.00	1.00	0.02	0.95	1254.00	1254.00

Figura 74. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - dipòsit ACS 2).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 32/105.1-0.05/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 1.0 m3/h
 Pérdida de carga : 1.0 mca
 Temperatura de trabajo : 60.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos

Bomba

Modelo : SDM 32/105.1-0.05/K
 Rodete : Ø 70
 Caudal : 1.1 m3/h
 Pérdida de carga : 1.3 mca
 NPSH requerido : 1.0 m
 Nivel sonoro : 26 dB(A)
 Construcción : In-line

Motor

Velocidad : 1450 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.05 kW
 Protección : IP 54
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.2 A
 Consumo máx. 3x230 V : 0.4 A
 Potencia del eje (P2) : 0.01 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.02 kW
 Rendimiento motor : 61.00 %
 Rendimiento bomba : 31.50 %
 Rendimiento global : 19.21 %

Gráfica de la bomba

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : NORYL GFN 2

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 32 mm DN 2: 32 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +100°C / Mín -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
220.0	395.0	321.0	116.0	28.0

P.Tarifa 2010: 1254.00 Euros
 Iva no incluido (v 1/10)

Figura 75. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - dipòsit ACS 2).

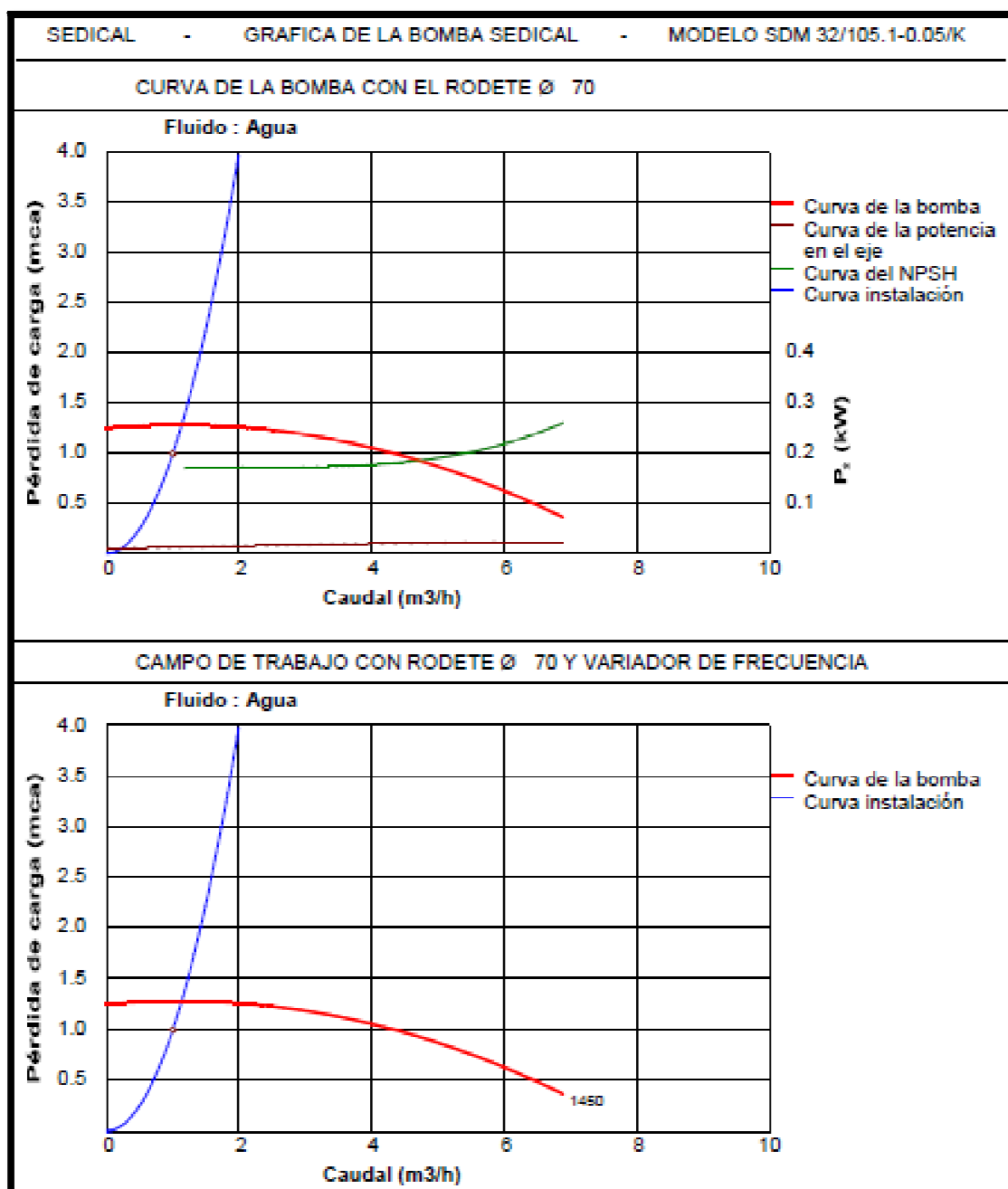


Figura 76. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bescanviador (caldera de biomassa) - dipòsit ACS 2).

- **Bomba 16: Dipòsit ACS 2 - distribució d'ACS**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 77). La fitxa tècnica (Figura 78) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 79) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m3/h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SADP 40/8 T	No	T	2950	SECO	DOBLE	90	2.00	0.80	0.32	2.22	1263.00	1263.00

Figura 77. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Dipòsit ACS 2 - distribució d'ACS).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SADP 40/8 T

Descripción del producto

Bomba de circulación para ACS de rotor seco, con una temperatura máxima de funcionamiento de 80°C, aunque se recomienda no sobrepasar los 60°C por los efectos negativos de la calcificación, salvo en cortos procesos. Bomba para instalaciones de calefacción o climatización, tanto domésticas como industriales, con temperaturas entre -15 y 120°C.

Calidad del agua: Doméstica potable, libre de sustancias abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 2.0 m3/h
 Pérdida de carga : 0.8 mca
 Temperatura de trabajo : 60.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SADP 40/8 T
 Rodete : Ø 90
 Caudal : 5.9 m3/h
 Pérdida de carga : 6.9 mca
 NPSH requerido : 2.2 m
 Nivel sonoro : 50 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 2950 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.35 kW
 Protección : IP 44
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 1.0 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.7 A
 Potencia del eje (P2) : 0.24 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.32 kW
 Rendimiento motor : 74.00 %
 Rendimiento bomba : 46.10 %
 Rendimiento global : 34.12 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : Fundición gris
 Eje : Acero inoxidable
 Rodete : Termopolimero B
 Cierre mecánico : Cerámica / Carbono
 Juntas : EPDM

Conexiones : DN 40

Presión de trabajo : 10 bar
 Temperaturas : Máx +120°C / Mín -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	b1 mm	b2 mm	h mm	h1 mm	PESO kg
250.0	185.0	187.0	377.0	66.0	43.2

P.Tarifa 2010: 1263.00 Euros
 Iva no incluido (v 1/10)

Figura 78. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Dipòsit ACS 2 - distribució d'ACS).

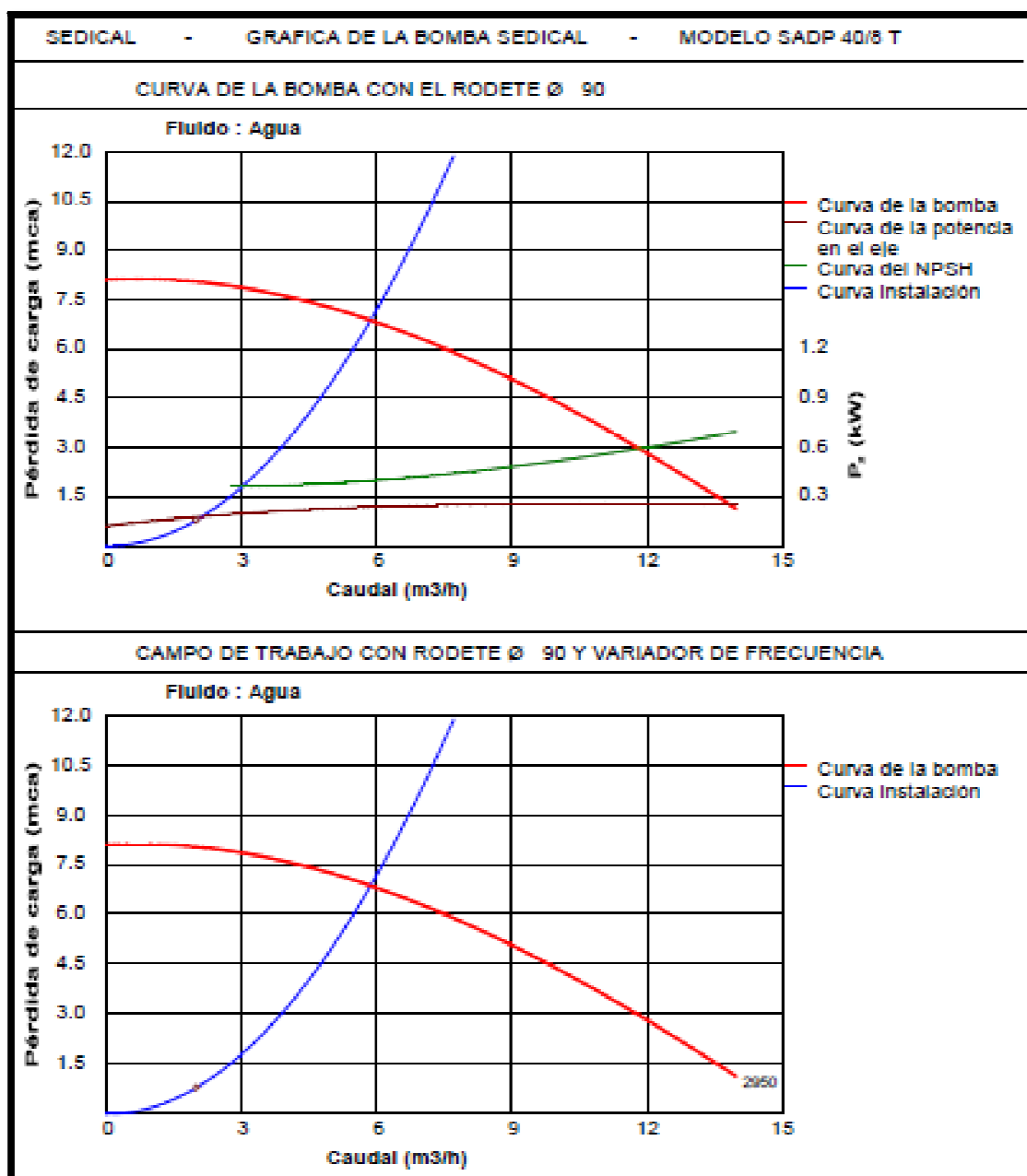


Figura 79. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Dipòsit ACS 2 - distribució d'ACS).

- **Bomba 17: Bomba de calor - intercanviador del clavegueram**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat la bomba de circulació i obtingut dades del model seleccionat (Figura 80). La fitxa tècnica (Figura 81) de la bomba de circulació escollida i les corbes de la bomba (Figura 82) es mostren a continuació.

Pos	UD	MODELO	VARIADOR DE FRECUENCIA	~	R.P.M.	TIPO DE ROTOR	SIMPLE O DOBLE	RODETE O VELOCIDAD	CAUDAL m ³ /h	P. CARGA mca	POTENCIA CONSUMIDA kW	NPSH mca	EUROS UNITARIO TAR. 2010	EUROS TOTAL TAR. 2010
1	1	SDP 65/185.2-5.5/K	No	T	2900	SECO	DOBLE	177	41.60	30.59	6.17	11.99	5143.00	5143.00

Figura 80. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bomba de calor - intercanviador del clavegueram).

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDP 65/185.2-5.5/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : AGUA
 Rotor : SECO
 Tipo : DOBLE
 Caudal : 41.6 m³/h
 Pérdida de carga : 30.6 mca
 Temperatura de trabajo : 6.3 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SDP 65/185.2-5.5/K
 Rodete : Ø 177
 Caudal : 41.6 m³/h
 Pérdida de carga : 30.6 mca
 NPSH requerido : 12.0 m
 Nivel sonoro : 71 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

Motor

Velocidad : 2900 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 5.50 kW
 Protección : IP 55
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 11.0 A
 Consumo máx. 3x690 V : 19.0 A
 Potencia del eje (P2) : 5.37 kW
 Potencia consumida (P1) : 6.17 kW
 Rendimiento motor : 87.00 %
 Rendimiento bomba : 64.56 %
 Rendimiento global : 56.17 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
348.0	605.0	605.0	125.0	177.0

Características técnicas

Cuerpo de la bomba : GG 20
 Eje : AISI 329
 Cierre mecánico : Carbón / Carb. silicio
 Juntas : EPDM
 Impulsor : GG 20

Conexiones : Bridas: ISO 7005
 : DN 1: 65 mm DN 2: 65 mm

Presión de trabajo : 10 bar.
 Temperaturas : Máx +120°C / Mín -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
348.0	605.0	605.0	125.0	177.0

P.Tarifa 2010: 5143.00 Euros
Iva no incluido (v 1/10)

Figura 81. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bomba de calor - intercanviador del clavegueram).

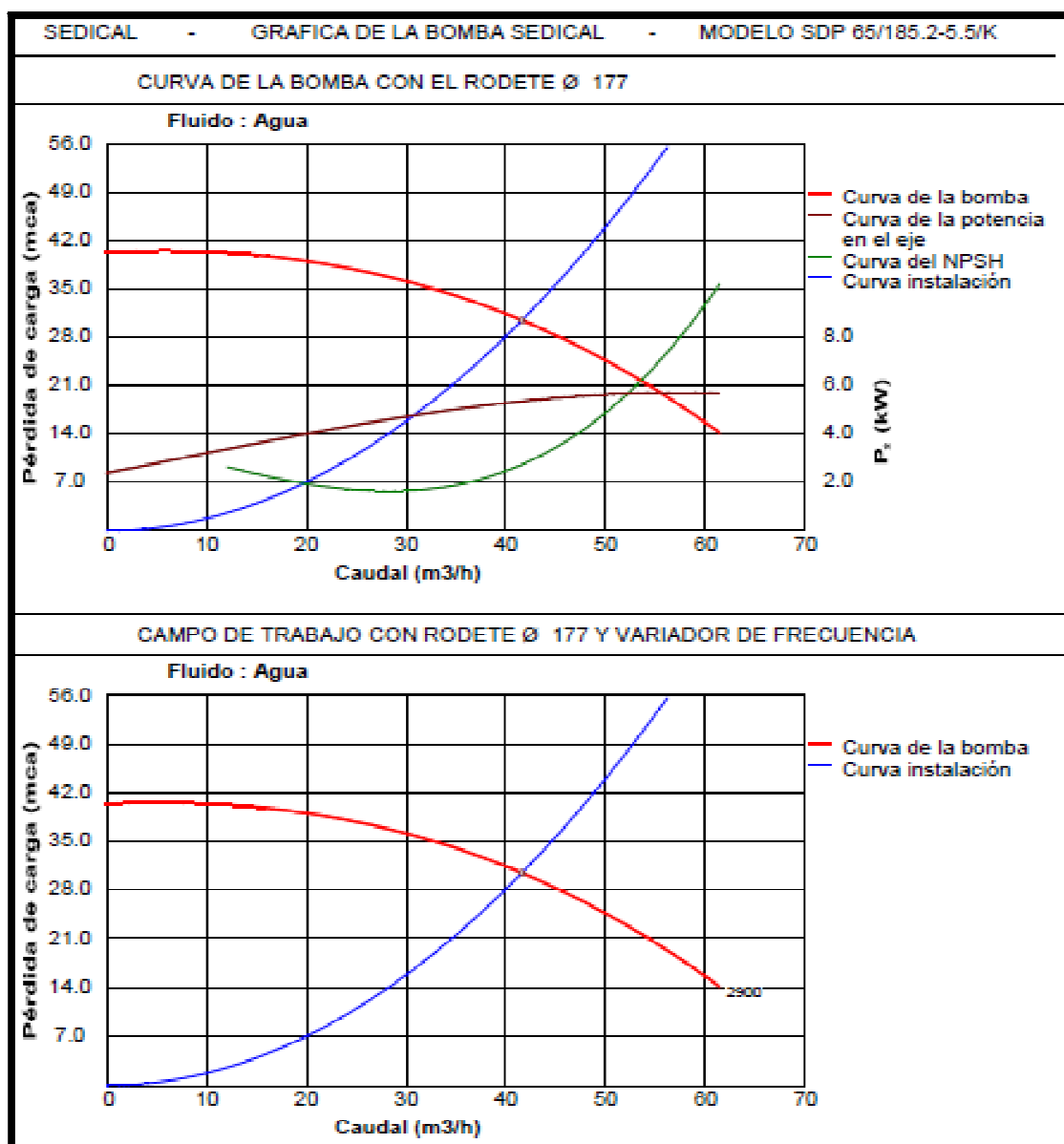


Figura 82. Corbes de la bomba de circulació proporcionades pel programa Sedical sobre la bomba de circulació (Bomba de calor - intercanviador del clavegueram).

A.12. Bescanviador de calor

Els bescanviadors de calor són dispositius dissenyats per transferir calor entre dos fluids separats per una superfície metàl·lica. Són una part essencial dels dispositius de refrigeració, condicionament de l'aire, producció d'energia i processament químic. Les condicions d'operació més importants són els fluxos de fluid, les temperatures, les pressions d'operacions i les limitacions de caiguda de pressió del sistema. En aquest estudi s'utilitzen bescanviadors de plaques (Figura 83).

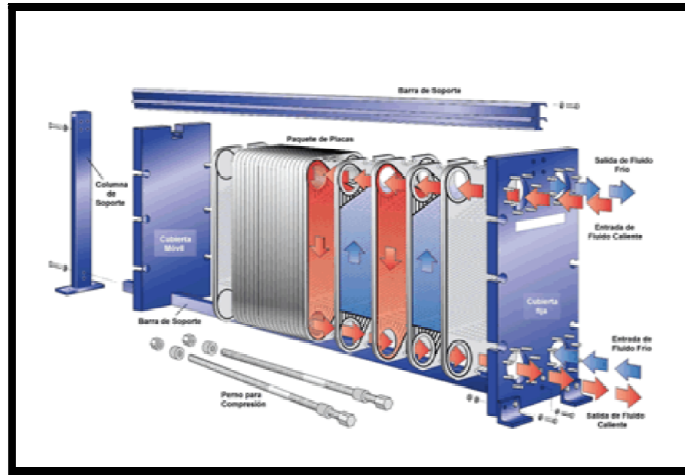


Figura 83. Bescanviador de calor de plaques. Font: <http://www.refrigeracionindustrial.com/cgi-bin/RR1.pl?s=a&id=10&a=>

En aquest estudi s'utilitzen 4 bescanviadors de calor de plaques:

- **Bescanviador 1:** caldera de biomassa - vas de la piscina.
- **Bescanviador 2:** bomba de calor - vas de la piscina.
- **Bescanviador 3:** caldera de biomassa - dipòsit d'ACS 2.
- **Bescanviador 4:** bomba de calor - dipòsit d'ACS 1.

A.12.1. Dimensionament del bescanviadors de placa de la instal·lació

Els bescanviadors de plaques escollits per la instal·lació són de la marca **Sedical**. Aquesta marca proporciona una programa informàtic als clients per fer el dimensionament dels bescanviadors.

A.12.1.1. Bescanviadors de calor per escalfament de l'aigua del vas de la piscina

Les necessitats energètiques per escalfament de l'aigua del vas de la piscina requereixen 161,1 kW en règim transitori i 69,1 kW en règim estacionari. Per dimensionar els bescanviadors de calor s'ha agafat el cas de règim transitori ja es tracta del més desfavorable. Per tant, es dimensionarà els bescanviadors de calor per una potència d'intercanvi de **162 kW**.

Per cobrir la potència necessària de les necessitats energètiques en règim transitori es faran servir dos bescanviadors de calor.

El primer bescanviador de calor tindrà una potència de 92 kW i tindrà com a generador del corrent calent del bescanviador de calor la caldera de biomassa. El segon bescanviador de calor tindrà una potència de 70 kW i tindrà com generador del corrent calent del bescanviador de calor la bomba de calor.

A continuació s'anomenen i es mostren els característiques proporcionades pel programa Sedical que ha servit per dimensionar els bescanviadors.

- **Bescanviador de calor: caldera de biomassa - aigua del vas de la piscina (92 kW).**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat el bescanviador i obtingut dades del model seleccionat (Figura 84) i seves característiques tècniques (Figura 85).

POS.	UD.	MODELO	CER.	MATERIAL PLACAS	MATER. JUNT.	TEMPER. CIRCUITO CALIENTE °C	TEMPER. CIRCUITO FRIO °C	ÁREA DE INTERC. m ²	POTENCIA kW	DP1 kPa	DP2 kPa	PRECIO UNITARIO TARIFA 10 Euros	PRECIO TOTAL TARIFA 10 Euros
1	1	UFP-30/15 H-C-PN10		AISI 316 - 0.5 mm	Nitrilo HT	90.0 / 70.0	5.0 / 29.0	0.21	92	32	23	543.00	543.00

Figura 84. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - aigua del vas de la piscina).

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-30 / 15 H - C - PN10				
Datos Generales		Caliente		Frio
Fluido		Agua	92.0	Agua
Potencia de intercambio	kW			
Caudal	l/h	4062.5		3299.2
Temperatura entrada	°C	90.0		5.0
Temperatura salida	°C	70.0		29.0
Pérdida de carga	kPa	31.9		23.1
Propiedades termodinámicas		Caliente		Frio
Peso específico	kg/m ³	971.98		998.31
Calor específico	kJ/kg*°K	4.20		4.19
Conductividad térmica	W/m*°K	0.67		0.59
Viscosidad media	mPa*s	0.38		1.09
Viscosidad pared	mPa*s	1.09		0.38
Datos técnicos del intercambiador				
Dif. temperatura logarítmica media	°C	62.98		
Numero de placas		15		
Agrupamiento		1 x 7 / 1 x 7		
Tipo / porcentaje		H		
Superficie de intercambio efectiva	m ²	0.20		
Coef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m ² *°K	7023.1 / 7348.8		
Sobredimensionamiento	%	4.63		
Factor de ensuciamiento	m ² *°K/kW	0.0083		
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3		
Temperatura máxima de trabajo	°C	110		
Materiales, dimensiones y pesos				
Material del bastidor / tornillos		ST 52.3 / calidad 8.8		
Material de las placas / grosor	mm	AISI 316 / 0.5 mm		
Material de las juntas		Nitrilo HT		
Material de las conexiones circ. caliente		AISI 316		
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316		
Diámetro de las conexiones		R 1 1/4 "		
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		F1 - F4 / F3 - F2		
Tipo de bastidor		C - PN10		
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010		
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		112 mm/ 272 mm/ 165 mm/ 12 kg		
Precios y plazos				
Precio unitario tarifa 2010	Euros	543.00		
Cantidad	Unidades	1		
Precio total tarifa 2010	Euros	543.00		

Figura 85. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - aigua del vas de la piscina).

- **Bescanviador de calor: bomba de calor - aigua del vas de la piscina (70 kW)**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat el bescanviador i obtingut dades del model seleccionat (Figura 86) i seves característiques tècniques (Figura 87).

POS	UD.	MODELO	CER.	MATERIAL PLACAS	MATER. JUNT.	TEMPER. CIRCUITO CALIENTE °C	TEMPER. CIRCUITO FRIO °C	ÁREA DE INTERC.	POTENCIA	DP1	DP2	PRECIO UNITARIO TARIFA 10 Euros	PRECIO TOTAL TARIFA 10 Euros
1	1	UFP-32/18 H-C-PN10		AISI 316 - 0.5 mm	Nitrilo HT	50.0 / 40.0	5.0 / 29.0	0.67	70	47	14	757.00	757.00

Figura 86. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (bomba de calor - aigua del vas de la piscina).

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-32 / 18 H - C - PN10			
Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Agua	Agua
Potencia de Intercambio	kW	70.0	
Caudal	l/h	6091.7	2510.2
Temperatura entrada	°C	50.0	5.0
Temperatura salida	°C	40.0	29.0
Perdida de carga	kPa	47.0	13.9
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Peso específico	kg/m³	990.15	998.31
Calor específico	kJ/kg*°K	4.18	4.19
Conductividad térmica	W/m*°K	0.64	0.59
Viscosidad media	mPa*s	0.61	1.09
Viscosidad pared	mPa*s	1.09	0.61
Datos técnicos del intercambiador			
Dif. temperatura logarítmica media	°C	27.41	
Numero de placas		18	
Agrupamiento		1 x 9 / 1 x 8	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie de intercambio efectiva	m²	0.67	
Coef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m²*°K	3800.7 / 5641.6	
Sobredimensionamiento	%	48.43	
Factor de ensuciamiento	m²*°K/kW	0.0658	
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3	
Temperatura máxima de trabajo	°C	110	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos		ST 52.3 / calidad 8.8	
Material de las placas / grosor	mm	AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circ. caliente		AISI 316	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 1 1/4 "	
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		F1 - F4 / F3 - F2	
Tipo de bastidor		C - PN10	
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		227 mm/ 480 mm/ 194 mm/ 39 kg	
Precios y plazos			
Precio unitario tarifa 2010	Euros	757.00	
Cantidad	Unidades	1	
Precio total tarifa 2010	Euros	757.00	

Figura 87. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - aigua del vas de la piscina).

A.12.2. Dimensionament dels bescanviador de calor per la producció ACS

Les necessitats energètiques per la producció d'ACS són 64 kW. Per tant, es dimensionarà els bescanviadors de calor per una potència d'intercanvi de **64 kW**.

Per cobrir la potència necessària de les necessitats energètiques es faran servir dos bescanviadors de calor.

El primer bescanviador de calor tindrà una potència de 64 kW i tindrà com generador del corrent calent del bescanviador de calor la bomba de calor. El segon bescanviador de calor tindrà una potència de 64 kW i tindrà com a generador del corrent calent del bescanviador de calor la caldera de biomassa.

El bescanviador de calor que transmet l'energia de la caldera de biomassa a l'aigua de xarxa per la seva producció ACS, està dissenyat per poder produir ACS en solitari.

A continuació es descriuran les característiques de cada un d'aquest dos bescanviadors de calor.

- Bescanviador de calor: caldera de biomassa - producció ACS (64 kW)

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat el bescanviador i obtingut dades del model seleccionat (Figura 88) i seves característiques tècniques (Figura 89).

POS	UD.	MODELO	CER.	MATERIAL PLACAS	MATER. JUNT.	TEMPER. CIRCUITO CALIENTE °C	TEMPER. CIRCUITO FRIO °C	ÁREA DE INTERC.	POTENCIA	DP1	DP2	PRECIO UNITARIO TARIFA 10 Euros	PRECIO TOTAL TARIFA 10 Euros
1	1	UFFP-32/10 H-C-PN10		AISI 316 - 0.5 mm	Nitrilo HT	80.0 / 70.0	5.0 / 60.0	0.34	64	34	10	578.00	578.00

Figura 88. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - Dipòsit ACS 2).

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-32 / 10 H - C - PN10			
Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Agua	Agua
Potencia de Intercambio	kW	64.0	
Caudal	l/h	2825.1	1007.6
Temperatura entrada	°C	90.0	5.0
Temperatura salida	°C	70.0	60.0
Perdida de carga	kPa	34.0	9.5
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Peso específico	kg/m³	971.95	994.50
Calor específico	kJ/kg°K	4.20	4.18
Conductividad térmica	W/m°K	0.67	0.62
Viscosidad media	mPa·s	0.38	0.76
Viscosidad pared	mPa·s	0.75	0.38
Datos técnicos del intercambiador			
Dif. temperatura logaritmica media	°C	45.27	
Numero de placas		10	
Agrupamiento		1 x 5 / 1 x 4	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie de intercambio efectiva	m²	0.33	
Coef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m²°K	4207.8 / 5564.9	
Sobredimensionamiento (Anti-Legionela)	%	32.25	
Factor de ensuciamiento	m²°K/kW	0.0579	
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3	
Temperatura máxima de trabajo	°C	110	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos		ST 52.3 / calidad 8.8	
Material de las placas / grosor	mm	AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circ. caliente		AISI 316	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 1 1/4 "	
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		F1 - F4 / F3 - F2	
Tipo de bastidor		C - PN10	
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Cateq. C2 RAL5010	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		227 mm/ 480 mm/ 194 mm/ 37 kg	
Precios y plazos			
Precio unitario tarifa 2010	Euros	578.00	
Cantidad	Unidades	1	
Precio total tarifa 2010	Euros	578.00	

Figura 89. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (caldera de biomassa - Dipòsit ACS 2).

- **Bescanviador de calor: bomba de calor - producció ACS (64 kW)**

Mitjançant el programa Sedical s'ha dimensionat el bescanviador i obtingut dades del model seleccionat (Figura 90) i seves característiques tècniques (Figura 91).

POS	UD.	MODELO	CER.	MATERIAL PLACAS	MATER. JUNT.	TEMPER. CIRCUITO CALIENTE °C	TEMPER. CIRCUITO FRIO °C	AREA DE INTERC.	POTENCIA	DP1	DP2	PRECIO UNITARIO TARIFA 10 Euros	PRECIO TOTAL TARIFA 10 Euros
1	1	UFP-32/18 H - C - PN10		AISI 316 - 0.5 mm	Nitrilo HT	50.0 / 40.0	5.0 / 40.0	0.67	64	41	7	757.00	757.00

Figura 90. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (bomba de calor - Dipòsit ACS 1).

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-32 / 18 H - C - PN10			
Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Agua	Agua
Potencia de Intercambio	kW		64.0
Caudal	l/h	5569.5	1577.1
Temperatura entrada	°C	50.0	5.0
Temperatura salida	°C	40.0	40.0
Perdida de carga	kPa	40.7	6.6
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Peso específico	kg/m³	990.15	997.16
Calor específico	kJ/kg*°K	4.18	4.19
Conductividad térmica	W/m*°K	0.64	0.60
Viscosidad media	mPa*s	0.61	0.95
Viscosidad pared	mPa*s	0.95	0.61
Datos técnicos del intercambiador			
Dif. temperatura logarítmica media	°C	19.96	
Numero de placas		18	
Agrupamiento		1 x 9 / 1 x 8	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie de intercambio efectiva	m²	0.67	
Coef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m²*°K	4772.4 / 4878.1	
Sobredimensionamiento	%	2.21	
Factor de ensuciamiento	m²*°K/kW	0.0045	
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3	
Temperatura máxima de trabajo	°C	110	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos		ST 52.3 / calidad 8.8	
Material de las placas / grosor	mm	AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circ. caliente		AISI 316	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 1 1/4 "	
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		F1 - F4 / F3 - F2	
Tipo de bastidor		C - PN10	
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		227 mm/ 480 mm/ 194 mm/ 39 kg	
Precios y plazos			
Precio unitario tarifa 2010	Euros	757.00	
Cantidad	Unidades	1	
Precio total tarifa 2010	Euros	757.00	

Figura 91. Característiques tècniques proporcionades pel programa Sedical sobre el bescanviador de calor (bomba de calor - Dipòsit ACS 1).

A.13. Vas expansió

El vas d'expansió serveix per absorbir les variacions de volum del fluid i mantenir uns marges de pressió preestablerts als circuits tancats. En aquest projectes els vasos d'expansió tancats no hi ha transferència de massa a l'exterior del circuit (vas tancat amb membrana). La ubicació del vas es situarà en la zona d'aspiració de la bomba de circulació per evitar les depressions en el si del circuit.

A.13.1. Dimensionament dels vasos d'expansió

Per dimensionar els vasos d'expansió de la instal·lació s'han de realitzar una sèrie de càlculs:

- **Càlcul del volum total del fluid contingut en el circuit.**

Es troba el volum del fluid a partir de la següent equació:

$$\text{Volum de fluid} = \text{longitud de canonada} * \text{secció de la canonada}$$

- **Càlcul del coeficient de dilatació del fluid C_e .**

Segons la temperatura hi ha diferents equacions:

- Per temperatures entre 30°C a 70°C:

$$C_e = (-1,75 + 0,064t + 0,0036 t^2) * 10^{-3}$$

- Per temperatures entre 70°C a 140°C:

$$C_e = (-33,48 + 0,738 t) * 10^{-3}$$

- Per temperatures entre 140°C a 210°C:

$$C_e = (-95 + 1,2 t) * 10^{-3}$$

- **Càlcul de les pressions de treball.**

Com que els vasos d'expansió d'aquest projecte són tancats amb membrana, només es calcula la pressió mínima (Pm) i pressió màxima (PM).

- **Càlcul de la temperatura de funcionament.**

És la mitjana entre la temperatura de l'aigua en el circuit d'impulsió i retorn.

- **Càlcul del coeficient de pressió.**

El coeficient de pressió per vasos tancats amb membrana es troba a partir de la següent equació:

$$Cp = \frac{PM}{PM - Pm}$$

On,

Cp és el coeficient de pressió

PM és la pressió màxima

Pm és la pressió mínima

- **Volum total del vas d'expansió.**

El volum total del vas d'expansió per vasos d'expansió tancats amb membrana amb un gas pressuritzat es torba a partir de la següent equació:

$$Vt = V * Ce * Cp$$

On,

Vt és el volum total del vas d'expansió (l)

V és volum del fluid contingut del circuit (l)

Ce és el coeficient de dilatació del vas del fluid

Cp és el coeficient de pressió

A.13.1.1. Vas d'expansió del circuit de la caldera de pèl-lets

En la taula s'observa El volum del circuit de la caldera de pèl-lets (Taula 77) i les característiques del vas d'expansió del circuit de la caldera (Taula 78) es mostren en a continuació.

Taula 77. Volum del circuit de la caldera de pèl-lets. En la taula es reflecteixen els valors de L (llargada del conducte, expressada en m), Di (diàmetre interior del conducte, expressat en m), Secció del conducte (m^2) i el volum del conducte (m^3).

Conducte	L(m)	Di(m)	Secció (m^2)	Volum (m^3)
Col·lector de caldera - Fan-coil 1	3	0,02	0,000314	0,000942
Col·lector de caldera - Fan-coil 2	14	0,02	0,000314	0,004396
Col·lector de caldera - Fan-coil 3	42	0,02	0,000314	0,013188
Col·lector de caldera - Conjunt Fan-coil	17	0,032	0,0008038	0,0136653
Col·lector de caldera - Besc. ACS	10	0,033	0,0008549	0,0085487
Col·lector de caldera - Bescanviador bateria adicional	106	0,039	0,001194	0,1265624
Caldera de biomassa - Col·lector	2	0,06	0,002826	0,005652
Volum total del circuit (m^3)				0,1848942

Taula 78. Característiques del vas d'expansió del circuit de la caldera de biomassa.

Característica	Unitat	Valor
Volum total (volum del circuit + caldera de biomassa)	l	904,9
Temperatura màxima de funcionament	°C	80
Coefficient de dilatació (Ce)	-	0,02556
Coefficient de pressió (Cp)	-	2
Volum total del vas d'expansió (Vt)	l	46,25

A.13.1.2. Vas d'expansió del circuit de les bombes de calor

En la taula (Taula 79) s'observa el volum del circuit de les bombes de calor.

Taula 79. Volum del circuit de la bomba de calor. En la taula es reflecteixen els valors de L (llargada del conducte, expressada en m), Di (diàmetre interior del conducte, expressat en m), Secció del conducte (m^2) i el volum del conducte (m^3).

Conducte	L(m)	Di(m)	Secció (m^2)	Volum (m^3)
Col·lector de BdC - Fan-coil 1	52	0,026	0,0005307	0,0275943
Col·lector de BdC - Fan-coil 2	14	0,026	0,0005307	0,0074292
Col·lector de BdC - Fan-coil 3	5	0,026	0,0005307	0,0026533
Col·lector de BdC - Conjunt Fan-coil	21,5	0,033	0,0008549	0,0183796
Col·lector de BdC - Besc. del vas	10	0,051	0,0020418	0,0204179
Col·lector de BdC - Besc. ACS	10	0,051	0,0020418	0,0204179
BdC - Col·lector	4	0,051	0,0020418	0,0081671
Volum total del circuit				0,1050593

Les característiques del vas d'expansió del circuit de les bombes de calor es mostren a continuació (Taula 80):

Taula 80. Característiques del vas d'expansió del circuit de les bombes de calor.

Característica	Unitat	Valor
Volum total (volum del circuit)	l	105,05
Temperatura màxima de funcionament	°C	45
Coeficient de dilatació (Ce)	-	0,00843
Coeficient de pressió (Cp)	-	2
Volum total del vas d'expansió (Vt)	l	1,77

A.13.1.3. Vas d'expansió del circuit primari del clavegueram

En la taula (Taula 81) s'observa el volum del circuit hidràulic primari de l'intercanviador del clavegueram.

Taula 81. Volum del circuit de l'intercanviador del clavegueram. En la taula es reflecteixen els valors de L (llargada del conducte, expressada en m), Di (diàmetre interior del conducte, expressat en m), Secció del conducte (m²) i el volum del conducte (m³).

Conducte	L(m)	Di(m)	Secció (m ²)	Volum (m ³)
Circuit primari (Intercanviador clavegueram - BdC)	180	0,075	0,00441563	0,7948125

Es considera una temperatura de funcionament de 30°C perquè durant l'estiu l'aigua que circula per l'intercanviador de calor del clavegueram pot estar a una temperatura molt més alta que no pas per la que s'ha dissenyat.

En la següent taula (Taula 82) s'observen les característiques del vas d'expansió del circuit primari de l'intercanviador del clavegueram.

Taula 82. Característiques del vas d'expansió del circuit primari de l'intercanviador del clavegueram.

Característica	Unitat	Valor
Volum total (volum del circuit)	l	794,8
Temperatura màxima de funcionament	°C	30
Coeficient de dilatació (Ce)	-	0,00366
Coeficient de pressió (Cp)	-	2
Volum total del vas d'expansió (Vt)	l	5,81

A.13.2. Elecció del vasos d'expansió de la instal·lació

Els vasos d'expansió escollits per aquesta instal·lació es poden observar en la taula següent (Taula 83).

Taula 83. Vasos d'expansió de la instal·lació.

Circuit	Model	Volum total (l)
Caldera de pèl·lets	NG - 50/6	50
Bomba de calor	NG - 8/6	8
Intercanviador del clavegueram - Bomba de calor	NG - 8/6	8

A.13.3. Informació proporcionada pel programa informàtic sobre els vasos expansió

A continuació es mostraran les figures proporcionades pel programa informàtic Sedical de cada vas d'expansió de la instal·lació.

- Vas d'expansió del circuit hidràulic de la caldera de biomassa.

Mitjançant el volum del circuit hidràulic i el programa Sedical s'ha dimensionat el bescanviador i obtingut dades del model seleccionat (Figura 92) i seves característiques tècniques (Figura 93).

Pos.	UD.	VASO		OPCIONES	COMPRESOR / BOMBA		VOLUMEN DE LA INSTALACION LITROS	TEMPERATU. MINIM./MAXIM.		P. MARCHA UNITARIA NETO euros	P. MARCHA TOTAL NETO euros	PRECIO UNITARIO TARIFA 10 euros	PRECIO TOTAL TARIFA 10 euros
		CANT.	MODELO		CANT.	MODELO		°C	°C				
1	1	1	NG - 50/6	6 bar	Sin transferencia		904.9	70.0	90.0	---	---	95.00	95.00

Figura 92. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la caldera de biomassa.

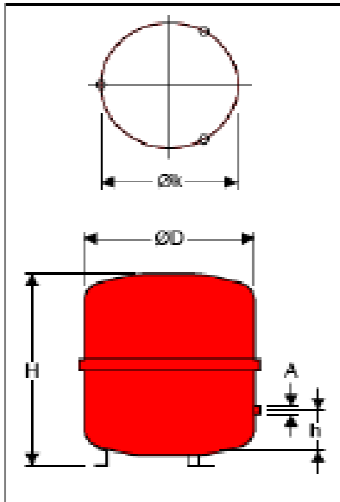
SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION NG - 50/6			
Datos generales		Volumen de agua	
Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados	El volumen de la instalación	: Es conocido
Tipo de vaso	: Sin transferencia de masa	Nº de tramos a calcular	: 1
Modelo de vaso	: N - 50/6	Volumen de la instalación	: 904.9 litros
Temperatura de llenado	: 90.0 °C	Tramos	
Datos de cálculo		Volumen	Tª mínima
Concentración de etilenglicol	: 0.0 %	905 l	70 °C
Presión estática	: 1.0 m		90 °C
Presión mínima - tª mínima	: 1.5 bar		
Presión máxima - tª máxima	: 3.0 bar		
Presión de la válvula de seguridad	: 6.0 bar		
Modelo seleccionado		Dimensiones del vaso NG - 50/6	
Vaso de expansión principal	: 1 x NG - 50/6	Anchura (D)	: 409.0 mm
Sistema de transferencia de masa	: Sin transferencia	Altura (H)	: 493.0 mm
Datos técnicos del conjunto		Diámetro de conexiones (A)	: R 3/4"
Presión máxima de trabajo	: 6 bar	Medida h	: 175.0 mm
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 1.3 bar	Medida k	: 340.0 mm
Cap. de acumulación necesaria	: 34.6 litros	Peso	: 7.5 kg
Expansión total de la instalación	: 11.9 litros	Características del tipo Thermopress N	
Volumen de agua en el vaso a		- Para sistemas cerrados de calefacción y climatización.	
- temperatura mínima	: 4.0 litros	- Conexiones roscadas.	
- temperatura de llenado	: 15.9 litros	- Membrana no recambiable.	
Croquis del vaso NG - 50/6		- Temp. máxima del vaso: 70°C.	
		- Temp. máxima de la instalación: 120°C.	
		- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.	
		- Color rojo.	
		- Presión inicial : 1.5 bar	

Figura 93. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la caldera de biomassa.

- **Vas d'expansió del circuit hidràulic de la bomba de calor.**

Mitjançant el volum del circuit hidràulic i el programa Sedical s'ha dimensionat el bescanviador i obtingut dades del model seleccionat (Figura 94) i seves característiques tècniques (Figura 95).

Pos.	UD.	VASO		OPCIONES	COMPRESOR / BOMBA		VOLUMEN DE LA INSTALACION LITROS	TEMPERATU. MINIM./MAXIM.		P. MARCHA UNITARIA NETO euros	P. MARCHA TOTAL NETO euros	PRECIO UNITARIO TARIFA 10 euros	PRECIO TOTAL TARIFA 10 euros
		CANT.	MODELO		CANT.	MODELO		°C	°C				
1	1	1	NG 0/6	6 bar	Sin transferencia		1.0	40.0	50.0			37.00	37.00

Figura 94 Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la bomba de calor.

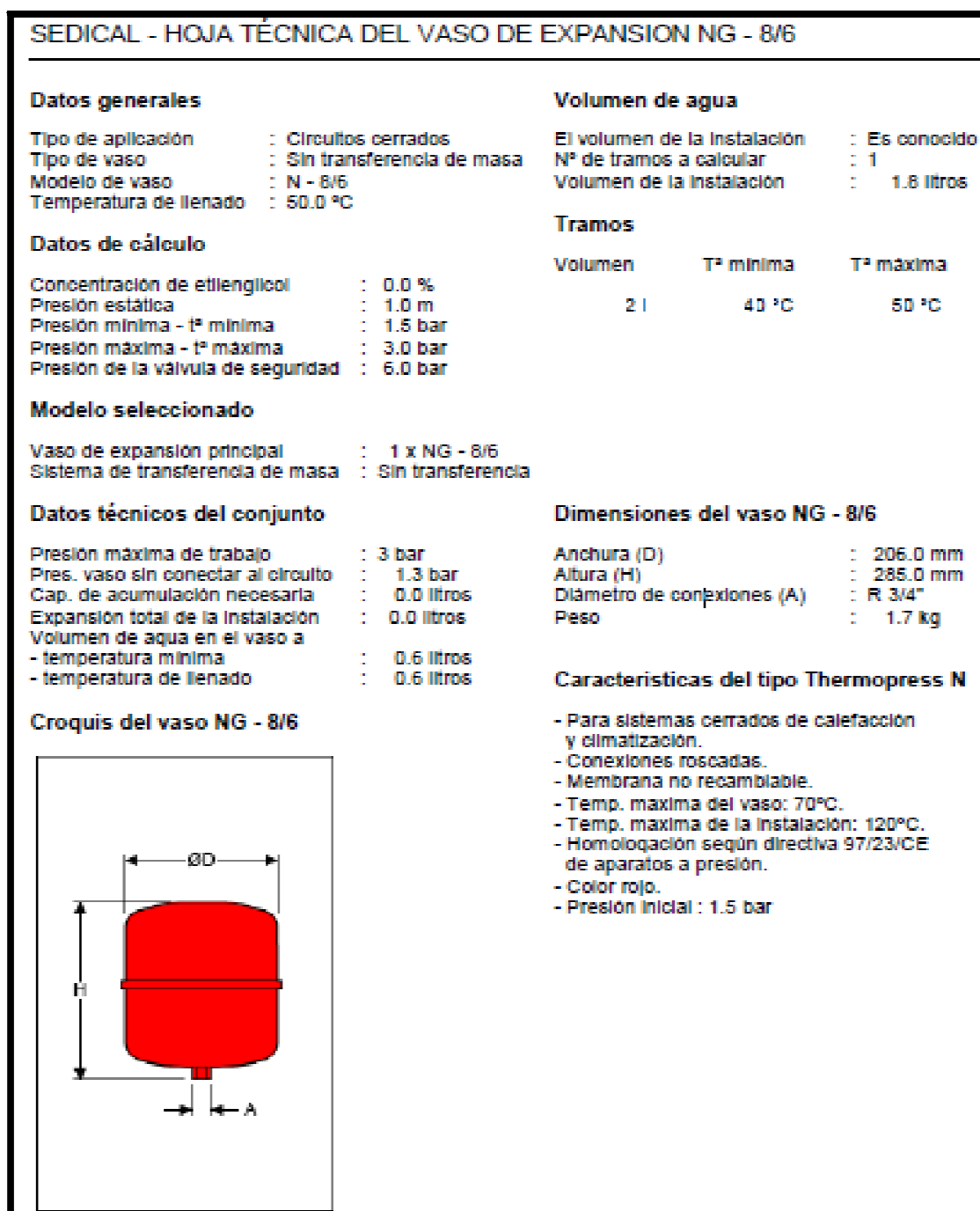


Figura 95. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic de la bomba de calor.

- Vas d'expansió del circuit hidràulic primari de l'intercanviador de calor del clavegueram.

Mitjançant el volum del circuit hidràulic i el programa Sedical s'ha dimensionat el bescanviador i obtingut dades del model seleccionat (Figura 96) i seves característiques tècniques (Figura 97).

Pos.	UD.	VASO CANT. MODELO	OPCIONLS	COMPRESOR / BOMBA CANT. MODELO	VOLUMEN DE LA INSTALACION LITROS	TEMPERATURA MINIM/MAXIM °C °C	P. MARCIA UNITARIA NETO euros	P. MARCIA TOTAL NETO euros	PRECIO UNITARIO TARIFA 10 euros	PRECIO TOTAL TARIFA 10 euros
1	1	1 NG 8/6	3 bar	Sin transferencia	5.8	4.5 11.0			37.00	37.00

Figura 96. Dades proporcionades pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic primari de l'intercanviador de calor del clavegueram.

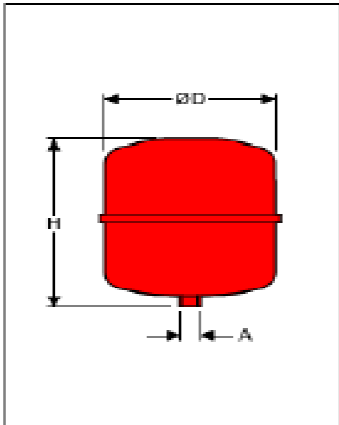
SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION NG - 8/6			
Datos generales		Volumen de agua	
Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados	El volumen de la instalación	: Es conocido
Tipo de vaso	: Sin transferencia de masa	Nº de tramos a calcular	: 1
Modelo de vaso	: N - 8/6	Volumen de la instalación	: 5.8 litros
Temperatura de llenado	: 8.0 °C	Tramos	
Datos de cálculo		Volumen	Tª mínima Tª máxima
Concentración de etilenglicol	: 0.0 %	5.8 l	5 °C 8 °C
Presión estática	: 1.0 m		
Presión mínima - tª mínima	: 0.6 bar		
Presión máxima - tª máxima	: 1.5 bar		
Presión de la válvula de seguridad	: 3.0 bar		
Modelo seleccionado		Dimensiones del vaso NG - 8/6	
Vaso de expansión principal	: 1 x NG - 8/6	Anchura (D)	: 208.0 mm
Sistema de transferencia de masa	: Sin transferencia	Altura (H)	: 285.0 mm
Datos técnicos del conjunto		Diámetro de conexiones (A)	: R 3/4"
Presión máxima de trabajo	: 3 bar	Peso	: 1.7 kg
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 0.4 bar	Características del tipo Thermopress N	
Cap. de acumulación necesaria	: 0.0 litros	- Para sistemas cerrados de calefacción y climatización.	
Expansión total de la instalación	: 0.0 litros	- Conexiones roscadas.	
Volumen de agua en el vaso a		- Membrana no recambiable.	
- temperatura mínima	: 1.0 litros	- Temp. máxima del vaso: 70°C.	
- temperatura de llenado	: 1.0 litros	- Temp. máxima de la instalación: 120°C.	
Croquis del vaso NG - 8/6		- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.	
		- Color rojo.	
		- Presión inicial : 1.5 bar	

Figura 97. Fitxa tècnica proporcionada pel programa Sedical sobre el vas d'expansió del circuit hidràulic primari de l'intercanviador de calor del clavegueram.

A.14. Dipòsits d'acumulació d'ACS

Els models de dipòsits d'acumulació d'ACS proposats en l'estudi són el model **IMXV 3000 RB INOX (ACS1)** i **IMXV 2000 RB INOX (ACS1)** de la sèrie **IDROGAS** de la marca **Salvador Escoda**. Es tracta de dipòsits sense bescanviador de serpentí, destinat a l'acumulació de l'ACS produïda de manera externa en els bescanviadors de plaques de la instal·lació. Els dipòsits de la sèrie IDROGAS (Taula 84) són d'acer inoxidable i tenen un aïllament d'espuma rígida de poliuretà amb una densitat optimitzada de 80 mm d'espessor. En la taula (Taula 84) i la figura (Figura 98) s'observen les característiques i dimensions dels dipòsits d'acumulació d'ACS.

Taula 84. Característiques dels dipòsits d'acumulació d'ACS.

Característica	Unitat	MODEL 2000RB	MODEL 3000RB
Dipòsit	-	ACS 2	ACS 1
Capacitat d'ACS	l	2.000	3.000
Temp. Màx. En continu depòsit d'ACS	°C	90	90
Pressió màx. Depòsit d'ACS	bar	8	8
Pes en buit	kg	315	485
Diàmetre exterior (A)	mm	1.360	1.660
Longitud total (B)	mm	2.280	2.305
Cota C	mm	175	175
Cota D	mm	315	350
Cota E	mm	680	805
Cota F	mm	780	590
Cota G	mm	1.555	1.540

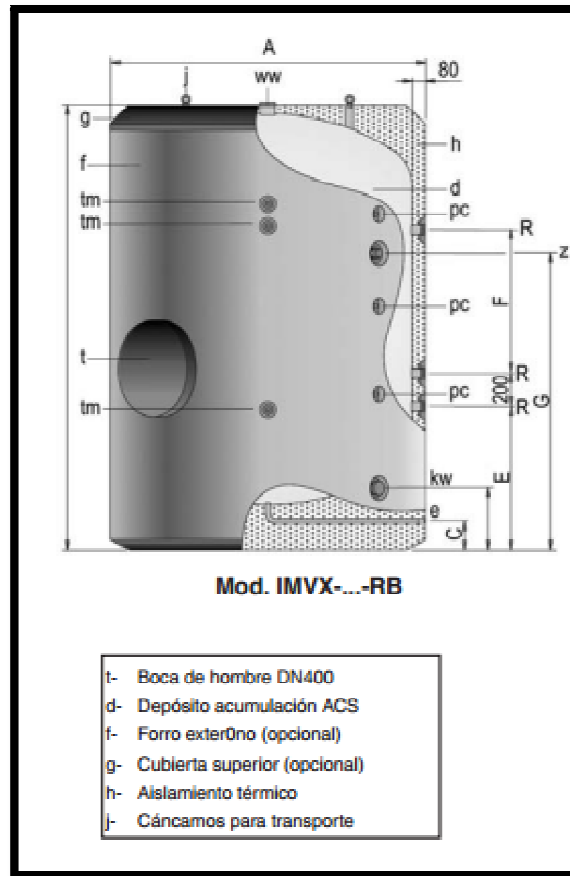


Figura 98. Dipòsit d'acumulació d'ACS Model IMVX RB

A.15. Dipòsits d'inèrcia

La instal·lació de la piscina proposada consta de tres dipòsits d'inèrcia, **un de 3.000 l** i **dos de 4.000 l**. Per calcular aquests volums d'inèrcia s'ha aplicat la següent equació (Carrier España, J. Vilches):

$$V_{ine} = 14,4 * P * t_{ine} (T2 - T1)$$

On,

V_{ine} és el volum del dipòsit d'inèrcia (l)

P és la potència de l'últim escaló de la màquina (kW)

t_{ine} és el temps entre arrancada tolerada per la màquina (min)

(T2-T1) és la diferència de temperatures d'arrencada de la màquina (normalment 6°C)

- **Dipòsit d'inèrcia de la caldera de pèl-lets.**

Per calcular el volum dels dipòsits es consideren les següents condicions de la taula (Taula 85).

Taula 85. Condicions de disseny del dipòsit d'inèrcia de la caldera de pèl-lets.

Característiques	Unitat	Valor
La potència de l'últim escaló de la maquina	kW	289
Temps entre arrancada tolerada per la màquina	min	10
Diferència de temperatures d'arrencada de la màquina (T2-T1)	°C	6

El volum del dipòsit d'inèrcia per la caldera de pèl-lets ha de ser de **7.000 l**.

$$V = 14,4 * 289 * \frac{10}{6} = 6.936 l$$

Els dipòsits escollits per cobrir el volum d'inèrcia per la caldera han estat dos dipòsits el **3000 PF SOL** i **4000 PF SOL** de la sèrie IDROGAS de la marca Salvador Escoda.

En la figura (Figura 99) i la taula (Taula 86) s'observen les característiques i dimensions dels dipòsits d'acumulació d'ACS.

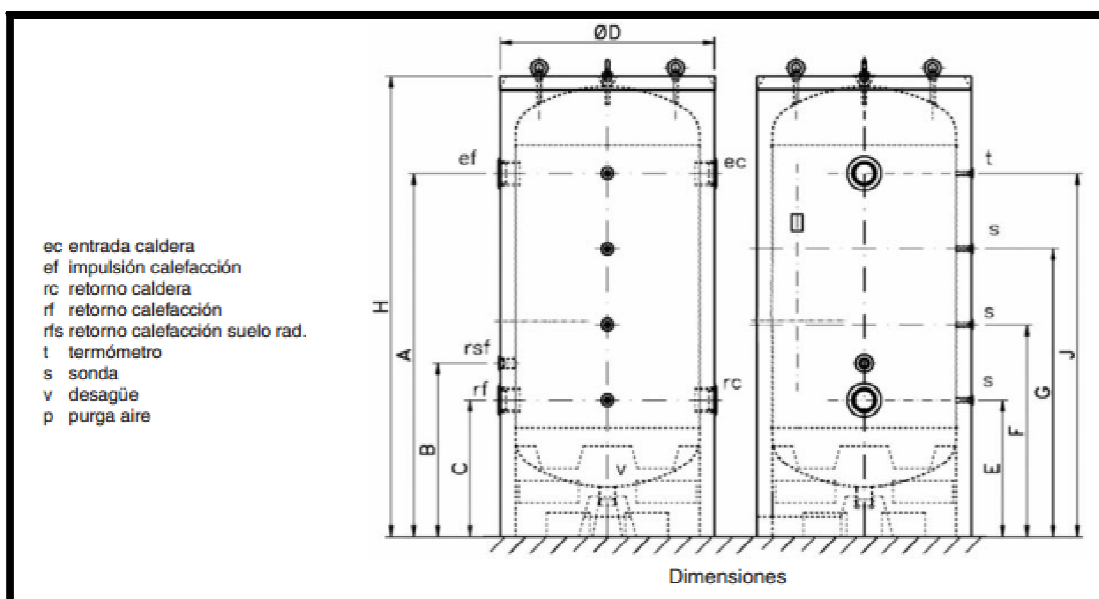


Figura 99. Dipòsits d'inèrcia de la sèrie IDROGAS.

Taula 86. Característiques del dipòsit d'inèrcia dels models de la sèrie IDROGAS

Mod.	Cap. (m ³)	D (m)	H (m)	A (m)	B (m)	C (m)	E (m)	F (m)	G (m)	J (m)	e,r	P,v	rfs	t,s
3000 PF SOL	3	1,66	2,375	1,695	1,115	0,915	0,92	1,17	1,44	1,7	4"	3"	1 1/2"	1/2"
4000 PF SOL	4	1,96	2,265	1,53	1,150	0,95	0,95	1,14	1,34	1,53	4"	3"	1 1/2"	1/2"

- **Dipòsit d'inèrcia de la bomba de calor.**

Per calcular el volum dels dipòsits es consideren les següents condicions que es poden veure en la taula (Taula 87).

Taula 87. Condicions de disseny del dipòsit d'inèrcia de la caldera de pèl-lets.

Característiques	Unitat	Valor
La potència de l'últim escaló de la màquina	kW	165
Temps entre arrancada tolerada per la màquina	min	10
Diferència de temperatures d'arrencada de la màquina (T2-T1)	°C	6

El volum d'inèrcia per les bombes de calor ha de ser de **4.000 l**.

$$V = 14,4 * 165 * \frac{10}{6} = 3.960 \text{ l}$$

El dipòsit escollit per cobrir el volum d'inèrcia per les bombes de calor ha estat el dipòsit **4000 PF SOL** de la sèrie IDROGAS de la marca Salvador Escoda.