

# Sumari

<b>SUMARI</b>	<b>1</b>
<b>GLOSSARI</b>	<b>3</b>
<b>A. ANNEX DE CÀLCULS</b>	<b>9</b>
A.1. Metodologia de càlcul de les necessitats tèrmiques	9
A.1.1. Procediments	9
A.1.1.1. Càlcul de necessitats tèrmiques a l'estiu	9
A.1.1.2. Càlcul necessitats tèrmiques a l'hivern	16
A.1.2. Exemple de càlcul	21
A.1.2.1. Exemple de càlcul per l'estiu	23
A.1.2.2. Exemple de càlcul per l'hivern	26
A.1.3. Resultats necessitats tèrmiques de la sala	27
A.1.3.1. Estiu	27
A.1.3.2. Hivern	31
A.2. Circuit de ventilació	33
A.2.1. Punts de treball dels climatitzadors	34
A.2.1.1. Estiu	34
A.2.1.2. Hivern	39
A.2.1.3. Resultats obtinguts	41
A.2.2. Dimensionament del circuit d'impulsió	46
A.2.2.1. Selecció dels difusors	46
A.2.3. Dimensionament del circuit de retorn	51
A.2.4. Dimensionament del circuit de ventilació	52
A.2.5. Condicionament de la humitat	52
A.3. Dimensionament hidràulic	54
A.3.1.1. Localització dels circuits	54
A.3.1.2. Dimensionament de les canonades	54
A.3.1.3. Resultats del dimensionament	57
A.3.1.4. Aïllament de les canonades	57
A.3.1.5. Buidat del circuit intern	58
A.3.1.6. Vas d'expansió	59



A.4. Càlculs dels consums elèctrics.....	62
A.4.1. Equips de la instal·lació.....	62
A.4.1.1. Humidificadors.....	62
A.4.1.2. Bombes de circulació.....	65
A.4.1.3. Extractors.....	69
A.4.1.4. Ventilador del climatitzador.....	70
A.4.2. Consum de les bombes de calor.....	80
A.4.2.1. Consum de la bomba de calor aigua-aigua.....	80
A.4.2.2. Consum de la bomba de calor aire-aigua.....	81



## Glossari

$v$  : volúm específic [ $m^3/kg$ ]

$\Delta Pl$ : pèrdues de càrrega linials [mca]

$\Delta Ps$ : pèrdues càrrega per singularitats [mca]

$\Delta P_{total}$  : pèrdua de càrrega total [mca]

$\Delta T$ : salt tèrmic del fluid [K]

$A_{p,ext}$ :  $m^2$  de paret exterior [ $m^2$ ]

$A_{p,int}$ :  $m^2$  de paret interior [ $m^2$ ]

$A_{sostre}$ :  $m^2$  de sostre [ $m^2$ ]

$A_{vidre}$ :  $m^2$  de finestra [ $m^2$ ]

$b$ : dimensió horitzontal [mm]

$C_e$ : coeficient d'expansió

$C_p$ : calor específic [ $J/kg \cdot K$ ]

$C_{pp}$ : coeficient de pressió

$D_{int}$ : diàmetre interior [mm]

$EER$ : energètic efficiency ratio

$f$ : coeficient de fricció del coure = 0,01

$F_c$ : factor corrector degut a l'existència de cortines

$F_{cc}$ : factor de corrent contínua

$F_{cont/abs}$ : factor corrector degut a la contaminació/absorció

$F_{corr}$ : factor corrector degut a la diferència equivalent de temperatura

$F_{CS,i}$ : factor de calor sensible interior



*FCS,t: factor de calor sensible total*

*Fmarc: factor corrector degut al marc metàl·lic de les finestres*

*Fp: factor de pèrdues*

*Ftr: factor corrector degut a la temperatura de rosada*

*g: gravetat = 9,81 [m/s<sup>2</sup>]*

*h: alçada [mm]*

*h: entalpia [kJ/kg]*

*h<sub>ext</sub>: entalpia aire exterior [kJ/kg]*

*h<sub>i</sub>: entalpia d'impulsió [kJ/kg]*

*h<sub>l</sub>, entalpia estat líquid = 104,77 [kJ/kg]*

*h<sub>M</sub>: entalpia punt de mescla [kJ/kg]*

*h<sub>R</sub>: entalpia de la recirculació [kJ/kg]*

*Hr: humitat relativa [%]*

*h<sub>v</sub>, entalpia estat vapor = 2547,3 [kJ/kg]*

*h<sub>X</sub>: entalpia punt X [kJ/kg]*

*v<sub>i</sub>: volum específic punt I [m<sup>3</sup>/kg]*

*K<sub>p, vidre</sub>: coeficient de transmissió de calor global dels vidres [W/m<sup>2</sup>·K]*

*K<sub>p,ext</sub>: coeficient de transmissió de calor global exterior [W/m<sup>2</sup>·K]*

*K<sub>p,int</sub>: coeficient de transmissió de calor global interior [W/m<sup>2</sup>·K]*

*K<sub>p,sostre</sub>: coeficient de transmissió de calor global del sostre [W/m<sup>2</sup>·K]*

*L: longitud del tram [m]*

*Ma: massa aire = 28,9645 [kg/kmol]*

*Maigua: cabal màssic d'aigua que aporta l'humidificador [kg/s]*



*NE: orientació nord-est*

*nf: número de focus*

*NO: orientació nord-oest*

*np: número de persones*

*npTotal: número total de persones*

*Pabs: pressió absoluta [kPa]*

*Pf: potencia del focus [kW]*

*Pf: potència frigorífica [kW]*

*Phum: potència humidificadors [kW]*

*Pmax: pressió màxima del circuit [bar]*

*Pmin: pressió mínima del circuit [bar]*

*Pv: pressió de vapor [kPa]*

*Pvs: pressió vapor de saturació [kPa]*

*Q: calor [kW]*

*q': radiació solar segons taula C.1 [kW]*

*q'l: calor latent emès per persona segons taula C.7 [kW]*

*q's: calor sensible emès per persona segons taula C.7 [kW]*

*Qf: calor transmesa a través dels focus [kW]*

*Qi,t: calor interior total [kW]*

*qi: cabal d'impulsió [m<sup>3</sup>/s]*

*Ql,i: calor latent interior [kW]*

*Ql,t: calor latent total [kW]*

*Ql,v: calor latent de ventilació [kW]*



*Q<sub>lat,total</sub>: calor latent total [kW]*

*Q<sub>maq</sub>: calor transmesa per maquinària [kW]*

*Q<sub>maqTot</sub>: calor total transmesa per maquinària [kW]*

*Q<sub>p,ext</sub>: calor transmesa a través de les parets exteriors [kW]*

*Q<sub>p,int</sub>: calor transmesa a través de les parets interiors [kW]*

*Q<sub>p,l</sub>: calor latent emès per les persones [kW]*

*Q<sub>p,s</sub>: calor sensible emès per les persones [kW]*

*q<sub>r</sub>: cabal de recirculació [m<sup>3</sup>/s]*

*Q<sub>rad</sub>: calor transmesa per radiació [kW]*

*Q<sub>s, total</sub>: calor sensible total [kW]*

*Q<sub>s,i</sub>: calor sensible interior [kW]*

*Q<sub>s,t</sub>: calor sensible total [kW]*

*Q<sub>s,v</sub>: calor sensible de ventilació [kW]*

*Q<sub>sostre</sub>: calor transmesa a través del sostre [kW]*

*Q<sub>t,i</sub>: calor sensible interior total [kW]*

*q<sub>v</sub>: cabal de ventilació [m<sup>3</sup>/s]*

*Q<sub>vidre</sub>: calor transmesa a través dels vidres [kW]*

*R: constant gasos = 8,31414 [kJ/kmol·K]*

*S: secció de pas de la canonada =  $\frac{\Pi \cdot D^2}{4}$  [m<sup>2</sup>]*

*SE: orientació sud-est*

*SO: orientació sud-oest*

*T: temperatura [°C]*

*Text: temperatura exterior segons dia i hora [°C]*



*T<sub>int</sub>: temperatura interior desitjada [°C]*

*T<sub>M</sub>: temperatura de mescla [°C]*

*T<sub>R</sub>: temperatura de recirculació [°C]*

*T<sub>V</sub>: temperatura de ventilació [°C]*

*T<sub>x</sub>: temperatura punt X [°C]*

*V = velocitat del fluid a la canonada [m/s]*

*vent: ventilació RITE 8 segons IDA 3 [dm<sup>3</sup>/s·persona]*

*V<sub>i</sub>: volum específic de la impulsió [dm<sup>3</sup>]*

*Vol = volum total d'aigua que conté el circuit [dm<sup>3</sup>]*

*V<sub>t</sub>: volum del vas d'expansió [dm<sup>3</sup>]*

*w: humitat absoluta [kgw/kg]*

*w<sub>i</sub>: humitat absoluta punt I [kgw/kg]*

*w<sub>x</sub>: humitat absoluta punt X [kgw/kg]*

*Δh: entalpia de canvi d'estat [kJ/kg]*

*Δh<sub>lat</sub>: increment d'entalpia latent [kJ/kg]*

*Δh<sub>s</sub>: increment d'entalpia sensible [kJ/kg]*

*ΔT<sub>eq</sub>: diferència de temperatura equivalent*

*λ: coeficient de transmissió del material [W/m·K]*







## A. ANNEX DE CÀLCULS

### A.1. Metodologia de càlcul de les necessitats tèrmiques.

#### A.1.1. Procediments

##### A.1.1.1. Càlcul de necessitats tèrmiques a l'estiu

Primerament, cal indicar les temperatures exteriors que s'han fet servir a cada hora pel càlcul de les necessitats tèrmiques. Es realitzen mesures de temperatura i humitat relativa en un punt de Barcelona, durant les hores d'estudi (6h-22h), i s'observa que a les 17h s'assoleix la temperatura màxima (31°C) i una humitat relativa del 68%. A partir d'aquí, amb el diagrama psicomètric, es troba el volum específic i l'entalpia de cadascuna de les hores.

En la taula següent, es mostren els valors obtinguts:

Hora	T [°C]	T [K]	Hr [%]	[m <sup>3</sup> /kg]	h [kJ/kg]
6	2,00	275,15	90,00	0,79	12,00
7	2,73	275,88	86,35	0,79	12,50
8	3,45	276,60	82,75	0,79	13,00
9	4,18	277,33	79,28	0,79	14,00
10	4,91	278,06	76,36	0,79	14,50
11	5,64	278,79	74,08	0,79	15,50
12	6,36	279,51	71,92	0,80	16,50
13	7,09	280,24	69,91	0,80	17,50
14	7,82	280,97	69,18	0,80	18,50
15	8,55	281,70	68,73	0,80	20,00
16	9,27	282,42	68,37	0,81	21,00
17	10,00	283,15	68,00	0,81	23,00
18	9,38	282,53	70,48	0,81	22,50
19	8,77	281,92	72,92	0,81	22,00
20	8,15	281,30	75,40	0,80	21,00
21	7,54	280,69	77,38	0,80	20,50
22	6,92	280,07	79,24	0,80	19,50

Taula A.1. Condicions climatològiques exteriors estiu



### - Transmissió de calor per radiació:

A partir de la taula C.1. es troba el dia de màxima radiació. Per aquest dia i dins l'horari en el que a la sala de bobinatge hi ha activitat (6h-22h), es calcula la calor transmesa per cada paret exterior.

En el cas de la sala original, el terme  $F_c$  és 1, ja que no es disposa de cortines ni persianes i el tipus de vidre es simple. Un cop millorada la sala, s'incorporen unes persianes venecianes i es canvia el vidre simple per un doble ordinari.

$$Q_{rad} = q' \cdot F_{marc} \cdot F_{cont/abs} \cdot F_{tr} \cdot F_c \cdot A_{vidre} \quad (\text{Eq A.1})$$

Amb:

*Segons la taula C.1.,  $F_{marc}=1,17$*

*Segons la taula C.2.,  $F_c=0,54$*

*$F_{cont/abs}=0,9$*

On:

*$A_{vidre}$ : m<sup>2</sup> de finestra*

*$F_c$ : factor corrector degut a l'existència de cortines*

*$F_{cont/abs}$ : factor corrector degut a la contaminació/absorció*

*$F_{marc}$ : factor corrector degut al marc metàl·lic de les finestres*

*$F_{tr}$ : factor corrector degut a la temperatura de rosada*

*$q'$ : radiació solar segons taula C.1*

### - Transmissió de calor a través de les parets exteriors:

El pes dels murs és de 300 kg/m<sup>2</sup> i a través de la taula C.3. es troba la diferència de temperatura equivalent segons la orientació de la paret i es corregeix amb el valor obtingut a la taula C.4.

La calor de transmissió, es troba a partir de la fórmula de transferència de calor a través d'una paret exterior:



$$Q_{p,ext} = K_{p,ext} \cdot A_{p,ext} \cdot (\Delta T_{eq} + F_{corr}) \quad (\text{Eq. A.2})$$

Amb:

$$K_{p,ext} = 1,70 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

On:

$A_{p,ext}$ :  $m^2$  de paret exterior

$K_{p,ext}$ : coeficient de transmissió de calor global

$\Delta T_{eq}$ : diferència de temperatura equivalent a través de murs

$F_{corr}$ : factor corrector degut a la diferència equivalent de temperatura

A partir de la taula C.5., es troba  $\Delta T_{eq}$

A partir de a taula C.4., es troba  $F_{corr}$

#### · Transmissió de calor a través de les parets interiors:

El pes dels murs per les parets interiors és el mateix que per les exteriors: 300 kg/m<sup>2</sup>. La calor de transmissió es calcula a través de la fórmula de transferència de calor a través d'una paret exterior (Eq. A.2) però suposant una diferència de temperatura de l'exterior menys la interior dividida entre 2.

Aquest valor sempre donarà 0, ja que aquestes parets són fictícies, només indiquen la divisió entre zones, excepte en el cas de la paret interior amb orientació Nord-Oest, al qual es troba en contacte amb una sala ja climatitzada, per tant, també serà 0.

$$Q_{p,int} = K_{p,int} \cdot A_{p,int} \cdot \frac{(T_{ext} - T_{int})}{2} \quad (\text{Eq. A.3})$$

Amb:

$$K_{p,int} = 1,90 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$T_{int} = 24 \text{ }^\circ\text{C} = 297,15 \text{ K}$$



On:

$A_{p,int}$ :  $m^2$  de paret interior

$K_{p,int}$ : coeficient de transmissió de calor global interior

$T_{ext}$ : Temperatura exterior segons dia i hora

$T_{int}$ : Temperatura interior desitjada

**- Transmissió de calor a través del sostre:**

En un inici, el sostre de la sala es troba en contacte amb l'ambient exterior, per tant, es calcula la transmissió de calor a partir de la fórmula:

$$Q_{sostre} = K_{p,sostre} \cdot A_{sostre} \cdot (\Delta T_{eq} + F_{corr}) \quad (\text{Eq. A.4})$$

Amb:

Sostre solejat

$Pes$ :  $300 \text{ kg/m}^3$

$$K_{p,sostre} = 1,20 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

On:

$A_{sostre}$ :  $m^2$  de sostre

$K_{p,sostre}$ : coeficient de transmissió de calor global

$\Delta T_{eq}$ : diferència de temperatura equivalent a través de sostre

$F_{corr}$ : factor corrector degut a la diferència equivalent de temperatura

A partir de la taula C.6., es troba  $\Delta T_{eq}$

A partir de a taula C.4., es troba  $F_{corr}$



Posteriorment a la modificació de la sala, el sostre es troba entre dos pisos i actua com a paret interior. Per tant, es calcula la calor de transmissió amb l'equació:

$$Q_{\text{sostre}} = K_{p,\text{sostre}} \cdot A_{\text{sostre}} \cdot \frac{T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}}{2} \quad (\text{Eq. A.5})$$

Amb:

$$K_{p,\text{sostre}} = 1,90 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$T_{\text{int}} = 24 \text{ }^\circ\text{C} = 297,15 \text{ K}$$

On:

*A<sub>sostre</sub>: m<sup>2</sup> de sostre*

*K<sub>p,sostre</sub>: coeficient de transmissió de calor global*

*T<sub>ext</sub>: Temperatura exterior segons dia i hora*

*T<sub>int</sub>: Temperatura interior desitjada*

#### **• Transmissió de calor a través dels vidres:**

La sala actual consta de vidres simples i la millorada de vidres dobles ordinaris, així que el coeficient de transmissió global variarà segons el tipus de vidre.

La calor de transmissió es calcula a partir de:

$$Q_{\text{vidre}} = K_{p,\text{vidre}} \cdot A_{\text{vidre}} \cdot (T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}) \quad (\text{Eq. A.6})$$

Amb:

$$K_{p,\text{vidre}} = 5,5 \frac{W}{m^2 \cdot K} \text{ (sala actual)}$$

$$K_{p,\text{vidre}} = 3,5 \frac{W}{m^2 \cdot K} \text{ (sala millorada)}$$

$$T_{\text{int}} = 24 \text{ }^\circ\text{C} = 297,15 \text{ K}$$



On:

*Avidre: m<sup>2</sup> de finestra*

*Kp,vidre: coeficient de transmissió de calor global*

*Text: Temperatura exterior segons dia i hora*

*Tint: Temperatura interior desitjada*

**- Calor sensible transmesa per maquinaria:**

A la sala de bobinatge s'utilitzen 3 màquines de soldar per arc i màquines de proves. Són de petit consum i poca transmissió calorífica.

S'ha aproximat la calor sensible transmesa per aquesta maquinària a 1,5 kW.

**- Calor sensible transmesa pels focus:**

La sala es troba il·luminada durant tota la jornada amb dos tipus de llums:

· 16 Focus grans de P=400 W

· 18 Focus petits de P=100 W

La calor transmesa pels focus, es calcula a partir de:

$$Q_f = n_f \cdot P_f \cdot F_p \cdot F_{cc} \quad (\text{Eq. A.7})$$

Amb:

$$F_p=1$$

$$F_{cc}=1,1$$

On:

*n<sub>f</sub>: número de focus*

*P<sub>f</sub>: potencia del focus*

*F<sub>p</sub>: factor de pèrdues*

*F<sub>cc</sub>: factor de corrent contínua*

**- Calor sensible i latent transmesa per les persones:**



A la sala hi ha 20 treballadors per torn i no hi ha franja horària amb solapament de torns, per tant, es considera que la sala està habitada per una mitjana de 20 persones, sense tenir en compte les que estan de pas ni les que estan descansant fora de la sala.

Es calcula la calor sensible a partir de l'equació:

$$Q_{p,s} = np \cdot q's \quad (\text{Eq. A.8})$$

Amb:

*Segons la taula C.7:  $q's=55 \text{ kcal/h}=63,8 \text{ W}$*

On:

*$np$ : número de persones/ $m^2$*

*$q's$ : calor sensible emès per persona*

Es calcula la calor latent a partir de l'equació:

$$Q_{p,l} = np \cdot q'l \quad (\text{Eq. A.9})$$

Amb:

*Segons la taula C.7:  $q'l=60 \text{ kcal/h} = 69,6 \text{ W}$*

On:

*$np$ : número de persones/ $m^2$*

*$q'l$ : calor latent emès per persona*

#### **· Calor sensible i latent degut a la ventilació:**

Per saber el cabal d'aire exterior necessari per persona, es fa a partir del RITE IT 1.1.4.2.3, degut a que es tracta d'una sala de fàbrica, considerarem IDA 3. Aquest Real Decret, estableix que el cabal mínim d'aire necessari serà de  $8 \text{ dm}^3/\text{s}$  per persona. A la sala es troben treballant un total de 20 persones per torn, així que la ventilació necessària serà de:

$$8 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} \cdot \text{persona}} \cdot \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} \cdot \frac{1\text{m}^3}{1000\text{dm}^3} = 28,80 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{persona}}$$

Al trobar-se la sala zonificada, la ventilació necessària, serà proporcional al número de persones per zona, per tant, s'ha de tenir en compte l'àrea de la zona.



$$np = \frac{\text{ÀreaZona}}{\text{ÀreaSala}} \cdot 20 \text{ persones} \quad (\text{Eq. A.10})$$

La calor es calcula a partir de:

$$Q_{s,v} = np \cdot vent \cdot \Delta h \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} \quad (\text{Eq. A.11})$$

$$Q_{l,v} = np \cdot vent \cdot \Delta h_{lat} \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} \quad (\text{Eq. A.12})$$

Amb:

$$vent = 28,8 \frac{m^3}{h \cdot persona}$$

On:

$v$  : volum específic

$\Delta h_{lat}$ : increment d'entalpia latent

$\Delta h_s$ : increment d'entalpia sensible

$np$ : número de persones/m<sup>2</sup>

### A.1.1.2. Càlcul necessitats tèrmiques a l'hivern

Tal i com s'ha comentat en el càlcul de necessitats a l'estiu, un cop es té la temperatura i la humitat relativa, es troba el volum específic i l'entalpia a partir del diagrama psicomètric. En aquest cas, es troba que a les 6h, la temperatura es mínima, 2 °C amb una humitat relativa del 90%.





Hora	T [°C]	T [K]	Hr [%]	v [m3/kg]	h [kJ/kg]
6	2,00	275,15	90,00	0,79	12,00
7	2,73	275,88	86,35	0,79	12,50
8	3,45	276,60	82,75	0,79	13,00
9	4,18	277,33	79,28	0,79	14,00
10	4,91	278,06	76,36	0,79	14,50
11	5,64	278,79	74,08	0,79	15,50
12	6,36	279,51	71,92	0,80	16,50
13	7,09	280,24	69,91	0,80	17,50
14	7,82	280,97	69,18	0,80	18,50
15	8,55	281,70	68,73	0,80	20,00
16	9,27	282,42	68,37	0,81	21,00
17	10,00	283,15	68,00	0,81	23,00
18	9,38	282,53	70,48	0,81	22,50
19	8,77	281,92	72,92	0,81	22,00
20	8,15	281,30	75,40	0,80	21,00
21	7,54	280,69	77,38	0,80	20,50
22	6,92	280,07	79,24	0,80	19,50

Taula A.2. Condicions climatològiques exteriors hivern

• **Transmissió de calor per radiació:**

A l'hivern, es considera que no hi ha radiació ja que l'estudi es fa en el cas més desfavorable.

**Transmissió de calor a través de les parets exteriors:**

El pes dels murs per les parets exteriors: 300 kg/m<sup>2</sup>.

Es troba la calor de transmissió a partir de la fórmula de transferència de calor a través d'una paret:

$$Q_{p,ext} = K_{p,ext} \cdot A_{p,ext} \cdot (T_{ext} - T_{int}) \quad (\text{Eq. A.13})$$

Amb:

$$K_{p,ext} = 1,70 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

On:

*A<sub>p,ext</sub>*: m<sup>2</sup> de paret exterior

*K<sub>p,ext</sub>*: coeficient de transmissió de calor global



### - Transmissió de calor a través de les parets interiors:

El pes dels murs per les parets interiors, se suposa el mateix que per les exteriors: 300 kg/m<sup>2</sup>. La calor de transmissió es calcula amb la mateixa fórmula de transferència de calor a través d'una paret exterior que a l'estiu (Eq. A.3), estimant una diferència de temperatura de l'exterior menys la interior dividida entre 2.

Aquest valor sempre donarà 0 ja que aquestes parets són fictícies, només indiquen la divisió entre zones, excepte en el cas de la paret interior amb orientació Nord-Oest, al qual es troba en contacte amb una sala ja climatitzada, per tant, també serà 0.

$$Q_{p,int} = K_{p,int} \cdot A_{p,int} \cdot \frac{(T_{ext} - T_{int})}{2} \quad (\text{Eq. A.14})$$

Amb:

$$K_{p,int} = 1,90 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$T_{int} = 21 \text{ }^\circ\text{C} = 294,15 \text{ K}$$

On:

$A_{p,ext}$ : m<sup>2</sup> de paret exterior

$K_{p,ext}$ : coeficient de transmissió de calor global

$T_{ext}$ : Temperatura exterior segons dia i hora

$T_{int}$ : Temperatura interior desitjada

### - Transmissió de calor a través del sostre:

En un inici, el sostre de la sala es troba en contacte amb l'ambient exterior, per tant, es calcula la transmissió de calor a partir de la fórmula:

$$Q_{sostre} = K_{p,sostre} \cdot A_{sostre} \cdot (T_{ext} - T_{int}) \quad (\text{Eq. A.15})$$

Amb:

Sostre solejat

Pes de 300 kg/m<sup>3</sup>



$$T_{int} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C} = 294,15 \text{ K}$$

$$K_{p,sostre} = 1,20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

On:

*A<sub>sostre</sub>*: m<sup>2</sup> de sostre

*K<sub>p,sostre</sub>*: coeficient de transmissió de calor global

Posteriorment a la modificació de la sala, el sostre es troba entre dos pisos i actua com a paret interior. Per tant, es calcula la calor de transmissió amb l'equació:

$$Q_{tsostre} = K_{p,sostre} \cdot A_{sostre} \cdot \frac{(T_{ext} - T_{int})}{2} \quad (\text{Eq. A.16})$$

Amb:

$$K_{p,sostre} = 1,90 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$T_{int} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C} = 294,15 \text{ K}$$

On:

*A<sub>sostre</sub>*: m<sup>2</sup> de sostre

*K<sub>p,sostre</sub>*: coeficient de transmissió de calor global

*T<sub>ext</sub>*: Temperatura exterior segons dia i hora

*T<sub>int</sub>*: Temperatura interior desitjada

#### **• Transmissió de calor a través dels vidres:**

Exactament igual que a l'estiu: la sala original consta de vidres simples i la millorada de vidres dobles ordinaris, així que el coeficient de transmissió global variarà segons el tipus de vidre.

La calor de transmissió es calcula a partir de:



$$Q_{\text{vidre}} = k_{p,\text{vidre}} \cdot A_{\text{vidre}} \cdot (T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}) \quad (\text{Eq. A.17})$$

Amb:

$$k_{p,\text{vidre}} = 5,5 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (\text{sala actual})$$

$$k_{p,\text{vidre}} = 3,5 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (\text{sala millorada})$$

$$T_{\text{int}} = 21 \text{ }^\circ\text{C} = 294,15 \text{ K}$$

On:

*Avidre*:  $m^2$  de finestra

*Kp,vidre*: coeficient de transmissió de calor global

*Text*: Temperatura exterior segons dia i hora

*Tint*: Temperatura interior desitjada

#### · Calor sensible i latent degut a la ventilació:

De la mateixa manera que a l'estiu, la ventilació necessària per persona, es determina a partir del Real Decret RITE IDA 3: 28.8 m<sup>3</sup>/h·persona.

$$Q_{s,v} = n_p \cdot \text{vent} \cdot \Delta h_{s} \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} \quad (\text{Eq. A.18})$$

$$Q_{l,v} = n_p \cdot \text{vent} \cdot \Delta h_{l,\text{lat}} \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} \quad (\text{Eq. A.19})$$

Amb:

$$\text{vent} = 28,8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{persona}$$

On:

*v*: volum específic

*Δhlat*: increment d'entalpia latent

*Δhs*: increment d'entalpia sensible



$np$ : número de persones/m<sup>2</sup>

### A.1.2. Exemple de càlcul

Es mostren els càlculs realitzats en una de les zones i durant una hora en concret. Per la resta de zones i hores, els càlculs són idèntics, tenint en compte els valors corresponents.

#### Dades constants:

Pes murs: 300 kg/m<sup>3</sup>

Pes del sostre: 100 kg/m<sup>3</sup>

Condicions Climàtiques:

- Temperatura desitjada estiu: Tint = 24 °C = 297,15 K
- Temperatura desitjada hivern: Tint = 21 °C = 294,15 K
- Humitat relativa desitjada estiu = 50%
- Humitat relativa desitjada hivern = 50%

Dimensions Tancaments:

Sala Actual	Elements	Àrea [m2]
SE	Murs	505,0
	Vidres	60,0
NE	Murs	126,00+12,60
	Vidres	10,0
SO	Murs	126,00+12,60
	Vidres	5,0
NO	Murs	505,0
	Vidres	0,0
Sostre	Murs	667,6

Taula A.3. Dimensions dels tancaments tancaments sala actual

Sala Millorada	Elements	Àrea [m2]
SE	Murs	353,5
	Vidres	60
NE	Murs	87,5
	Vidres	10
SO	Murs	87,5
	Vidres	5
NO	Murs	353,5
	Vidres	0
Sostre	Murs	631,25

Taula A.4. Dimensions dels tancaments sala millorada



Sala zonificada	Orientació	Elements	Àrea [m2]
Zona 1	SO	Murs	43,75
		Vidres	0
	NO	Murs	43,75
		Vidres	0
	SE (paret imaginaria)	Murs	43,75
NE (paret imaginaria)	Murs	43,75	
Zona 2	SO (paret imaginaria)	Murs	43,75
	NO	Murs	266
		Vidres	0
	SE (paret imaginaria)	Murs	266
	NE (paret imaginaria)	Murs	43,75
Zona 3	SO (paret imaginaria)	Murs	43,75
	NO	Murs	43,75
		Vidres	0
	SE (paret imaginaria)	Murs	43,75
	NE	Murs	43,75
		Vidres	5
Zona 4	SO	Murs	43,75
		Vidres	5
	NO (paret imaginaria)	Murs	43,75
	SE	Murs	43,75
		Vidres	0
NE (paret imaginaria)	Murs	43,75	
Zona 5	SO (paret imaginaria)	Murs	43,75
	NO (paret imaginaria)	Murs	266
	SE	Murs	266
		Vidres	50
	NE (paret imaginaria)	Murs	43,75
Zona 6	SO (paret imaginaria)	Murs	43,75
	NO (paret imaginaria)	Murs	43,75
	SE	Murs	43,75
		Vidres	10
	NE	Murs	43,75
		Vidres	5

Taula A.5. Dimensions dels tancaments sala zonificada



Coeficient de Transmissió K		Valor [W/m <sup>2</sup> ·K]
Parets Exteriors	Kp,ext	1,7
Parets Interiors	Kp,int	1,9
Sostre Actual	Ksostre,a	1,2
Sostre Millorat	Ksostre,m	1,9
Vidre Actual	Kvidre,a	5,5
Vidre Millorat	Kvidre,m	3,5

Taula A.6. Coeficients de transmissió

#### A.1.2.1. Exemple de càlcul per l'estiu

Es mostrarà com a exemple els càlculs realitzats per la Zona 5 a les 14h de la "Sala Zonificada". Els càlculs per la resta de zones i hores de la "Sala Zonificada", de la "Sala Actual" i de la "Sala Millorada", es realitzen d'igual manera, tenint en compte els valors corresponents.

##### · Radiació:

Pel calcular la calor de radiació, apliquem l'equació Eq. A.1:

$$Q_{rad} = q' \cdot F_{marc} \cdot F_{cont / abs} \cdot F_{tr} \cdot F_c \cdot A_{vidre} = 179 \cdot 1,17 \cdot 0,9 \cdot 0,938 \cdot 0,520 \cdot 50 = 4596,8 \cdot 0,001 = 4,5968kW$$

##### · Parets Exteriors:

La Zona 5 consta de 3 parets interiors imaginaries i una paret exterior orientada al Sud-Est amb 10 finestres (veure Taula A.5). S'aplica la fórmula de transmissió de calor a través de parets exteriors (Eq. A.2):

$$Q_{p,ext} = K_{p,ext} \cdot A_{p,ext} \cdot (\Delta T_{eq} + F_{corr}) = 1,70 \cdot (266 \cdot 50) \cdot (10 + 0,5) = 5765,04W \cdot 0,001 = 5,765kW$$

La correcció del coeficient de variació diürna a la diferencia de temperatures equivalents, s'obté de la taula C.4. a partir de la temperatura exterior màxima (31 °C) menys la temperatura ambient (24 °C) i el coeficient de variació diürna a Barcelona (8°C).



L'àrea de paret exterior total ( $A_{p,ext}$ ) resulta de la resta entre l'àrea de mur ( $266 \text{ m}^2$ ) i l'àrea de finestres ( $50 \text{ m}^2$ ).

#### • Parets Interiors:

Pel càlcul de la calor de transmissió a través de les parets interiors, s'aplica l'Eq. A.3:

$$Q_{p,int} = K_{p,int} \cdot A_{p,int} \cdot \frac{(T_{ext} - T_{int})}{2} = 0$$

Com s'ha indicat anteriorment, aquesta calor de transmissió serà 0 ja que al tractar-se de parets imaginàries, la temperatura considerada exterior a la paret i l'interior són iguals.

#### • Sostre:

En la Zona 5, el sostre actua com una paret interior, ja que no es troba en contacte amb l'exterior, sinó entre 2 pisos on un d'ells no està climatitzat. Es calcula la calor amb l'Eq. A.5:

$$Q_{sostre} = K_{p,sostre} \cdot A_{sostre} \cdot \frac{T_{ext} - T_{int}}{2} = 1,90 \cdot 237,5 \cdot \frac{(28,82 - 24)}{2} = 1087W \cdot 0,001 = 1,087kW$$

On la  $T_{ext}$  és la corresponent a les 14h.

#### • Vidres:

S'aplica l'equació de transmissió a través de vidres (Eq. A.6):

$$Q_{vidre} = k_{p,vidre} \cdot A_{vidre} \cdot (T_{ext} - T_{int}) = 3,50 \cdot 50(28,82 - 24) = 843W \cdot 0,001 = 0,843kW$$

#### • Maquinària:

La calor total transmesa per la maquinària en tota la sala, és de 1,5 kW. Es realitza la proporció de calor per  $\text{m}^2$  per cada zona. A la zona 5, obtenim:

$$Q_{maq} = Q_{maqTot} \cdot \frac{A_{zona5}}{A_{Total}} = 1,5 \cdot \frac{(38 \cdot 6,25)}{(50,5 \cdot 12,5)} = 0,56kW$$

#### • Focus:





La calor dels focus es calcula a partir de l'equació (Eq. A.7):

$$Q_f = n_f \cdot P_f \cdot F_p \cdot F_{cc} = 6,02 \cdot 400 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1,1 + 6,77 \cdot 100 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1,1 = 3,9 \text{ kW}$$

On

*n<sub>f</sub>* (número de focus) es calcula a partir dels focus totals entre els m<sup>2</sup> de la zona:

$$n_f = n_{f,T} \cdot (\text{Àrea Zona 5} / \text{Àrea Total}) = 16 \cdot (38 \cdot 6,25) / (50,5 \cdot 12,5) = 6,02 \text{ focus/m}^2$$

$$n_f = 18 \cdot (38 \cdot 6,25) / (50,5 \cdot 12,5) = 6,77 \text{ focus/m}^2$$

**· Calor sensible i latent transmesa per les persones:**

El número de persones/m<sup>2</sup> (*np*) a la Zona 5, es troba de la següent manera:

$$np = np_{\text{Total}} \cdot \frac{\text{Àrea Zona 5}}{\text{Àrea Total}} = 20 \cdot \frac{38 \cdot 6,25}{50,5 \cdot 12,5} = 7,52 \text{ persones}$$

Del total de 20 treballadors per torn, es calculen la calor sensible i a partir de l'Eq. A.8:

$$Q_{p,s} = np \cdot q's = 7,52 \cdot 55 = 413,86 \cdot \frac{1}{860} = 0,48 \text{ kW}$$

Es calcula la calor latent a partir de l'Eq. A.9:

$$Q_{p,l} = np \cdot q'l = 7,52 \cdot 60 = 451,49 \cdot \frac{1}{860} = 0,52 \text{ kW}$$

**· Calor sensible i latent degut a la ventilació:**

Amb *vent* = 28,8 m<sup>3</sup>/h·persona, calculem la calor sensible i latent a partir de l'Eq. A.10 i l'Eq. A.11. El número de persones, es troba de la mateixa manera que en el cas de la calor transmesa per les persones.

$$Q_{s,v} = np \cdot \text{vent} \cdot \Delta h \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} = 7,52 \cdot 28,8 \cdot 4,86 \cdot \frac{1}{0,878 \cdot 3600} = 0,33 \text{ kW}$$

$$Q_{l,v} = np \cdot \text{vent} \cdot \Delta h_{\text{lat}} \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} = 7,52 \cdot 28,8 \cdot 20,14 \cdot \frac{1}{0,878 \cdot 3600} = 1,38 \text{ kW}$$

**· Total Calor Sensible:**



$$Q_{s,total} = Q_{rad} + Q_{p,ext} + Q_{p,int} + Q_{sostre} + Q_{vidre} + Q_{màq} + Q_f + Q_{p,s} + Q_{s,v} = 17,81kW$$

• **Total Calor Latent:**

$$Q_{lat,total} = Q_{p,lat} + Q_{l,v} = 0,52 + 1,381 = 1,91kW$$

**A.1.2.2. Exemple de càlcul per l'hivern**

Es mostrarà com a exemple els càlculs realitzats per la mateixa zona i hora que per l'estiu: Zona 5 a les 14h de la "Sala Zonificada". Els càlculs per la resta de zones i hores de la "Sala Zonificada", de la "Sala Actual" i de la "Sala Millorada", es realitzen d'igual manera, tenint en compte els valors corresponents.

• **Parets Exteriors:**

S'aplica la fórmula de transmissió de calor a través de parets exteriors (Eq. A.13):

$$Q_{p,ext} = K_{p,ext} \cdot A_{p,ext} \cdot (T_{ext} - T_{int}) = 1,70 \cdot (266 - 50) \cdot (7,82 - 24) = 4840,36W = 4,84kW$$

L'àrea de paret exterior total ( $A_{p,ext}$ ) resulta de la resta entre l'àrea de mur (266 m<sup>2</sup>) i l'àrea de finestres (50 m<sup>2</sup>).

• **Parets Interiors:**

Pel càlcul de la calor de transmissió a través de les parets interiors, s'aplica l'Eq. A.14:

$$Q_{p,int} = K_{p,int} \cdot A_{p,int} \cdot \frac{(T_{ext} - T_{int})}{2} = 0$$

Amb

$$T_{ext} = T_{int} = 21^{\circ}C = 294,15 K$$

• **Sostre:**

En la Zona 5, el sostre actua com una paret interior, ja que no es troba en contacte amb l'exterior, sinó entre 2 pisos amb un d'ells sense climatitzar.

Es calcula la calor amb l'equació (Eq. A.15):



$$Q_{sostre} = K_{p, sostre} \cdot A_{sostre} \cdot \frac{|(T_{ext} - T_{int})|}{2} = 1,90 \cdot 237,5 \cdot \frac{|(7,82 - 21)|}{2} = 2970 \cdot 0,001 = 2,97kW$$

On la  $T_{ext}$  és la corresponent a les 14h.

**• Vidres:**

S'aplica l'equació de transmissió a través de vidres (Eq. A.17):

$$Q_{vidre} = K_{p, vidre} \cdot A_{vidre} \cdot |(T_{ext} - T_{int})| = 3,50 \cdot 50 \cdot |(7,82 - 21)| = 2310W \cdot 0,001 = 2,31kW$$

**• Calor sensible i latent degut a la ventilació:**

Amb  $vent = 28,8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{persona}$ , calculem la calor sensible i latent a partir de l'Eq. A.18 i l'Eq. A.19. El número de persones/ $\text{m}^2$  ( $np$ ) es troba de la següent manera:

$$np = \frac{ÀreaZona5}{ÀreaSala} \cdot 20 \text{ persones} = \frac{(38 \cdot 6,25)}{(50,5 \cdot 12,5)} \cdot 20 = 7,52 \text{ persones}$$

$$Q_{s,v} = np \cdot vent \cdot \Delta h_s \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} = 7,52 \cdot 28,8 \cdot 18,5 \cdot \frac{1}{0,878 \cdot 3600} = 1,39kW$$

$$Q_{l,v} = np \cdot vent \cdot \Delta h_{lat} \cdot \frac{1}{v \cdot 3600} = 7,52 \cdot 28,8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{0,878 \cdot 3600} = 0,75kW$$

**• Total Calor Sensible:**

$$Q_{s,total} = Q_{rad} + Q_{p, ext} + Q_{p, int} + Q_{sostre} + Q_{vidre} + Q_{s,v} = 11,51kW$$

**• Total Calor Latent:**

$$Q_{lat,total} = Q_{l,v} = 0,75kW$$

### A.1.3. Resultats necessitats tèrmiques de la sala

#### A.1.3.1. Estiu

##### Sala Actual



	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	24,1	35,6	40,5	47,8	52,5	51,6	49,4	45,2	46,6	49,3	50,6	49,4	46,9	41,7	38,8
Q sensible total [kW]	24,2	35,8	40,9	48,3	53,1	52,4	50,3	46,2	47,8	50,6	51,8	50,4	47,8	42,5	39,5
Q latent interior [kW]	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Q latent total [kW]	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	6,1	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8
Q interior total [kW]	25,5	37,0	41,9	49,2	53,9	53,0	50,8	46,6	48,0	50,7	52,0	50,8	48,3	43,1	40,2
Q total [kW]	28,6	40,3	45,4	52,9	57,7	57,2	55,4	51,5	53,3	56,7	57,9	56,4	53,7	48,3	45,3

Taula A.7. Potències sala actual estiu

**Sala Millorada**

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	18,5	25,1	28,4	33,2	36,0	34,7	32,6	29,1	28,7	29,1	28,2	26,5	24,8	23,1	22,2
Q sensible total [kW]	18,6	25,4	28,7	33,7	36,7	35,4	33,5	30,2	29,8	30,4	29,3	27,6	25,7	24,0	22,9
Q latent interior [kW]	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Q latent total [kW]	4,4	4,5	4,4	4,6	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	6,1	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8
Q interior total [kW]	19,9	26,5	29,8	34,6	37,4	36,1	34,0	30,5	30,1	30,5	29,6	27,9	26,2	24,5	23,6
Q total [kW]	23,0	29,9	33,1	38,3	41,3	40,2	38,6	35,5	35,3	36,5	35,4	33,6	31,6	29,8	28,7

Taula A.8. Potències sala millorada estiu

**Zona 1**

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1,3	1,5	2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,3
Q sensible total [kW]	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1,1	1,3	1,5	2,1	2,4	2,5	2,5	2,4	2,3
Q latent interior [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q latent total [kW]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Q interior total [kW]	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,4	1,6	2,1	2,4	2,5	2,5	2,5	2,4
Q total [kW]	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,5	2,8	2,9	2,9	2,8	2,7

Taula A.9. Potències zona 1 estiu

**Zona 2**

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	4,5	4,7	4,9	5	5,2	5,4	5,5	5,7	5,9	6	5,9	5,7	5,6	5,5	5,3
Q sensible total [kW]	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,3	6,1	6	5,8	5,6
Q latent interior [kW]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Q latent total [kW]	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2
Q interior total [kW]	5,0	5,2	5,4	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,4	6,2	6,1	6,0	5,8
Q total [kW]	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,4	7,8	8,1	8,4	8,8	8,6	8,3	8,2	8,0	7,8

Taula A.10. Potències zona 2 estiu

**Zona 3**

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	1,3	1,6	1,5	1,4	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4
Q sensible total [kW]	1,3	1,6	1,5	1,5	2	1,9	1,9	1,8	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4
Q latent interior [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q latent total [kW]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Q interior total [kW]	1,4	1,7	1,6	1,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5
Q total [kW]	1,6	1,9	1,8	1,8	2,3	2,2	2,2	2,1	1,9	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8

Taula A.11. Potències zona 3 estiu

**Zona 4**



	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	0,9	1	0,9	1,5	1,9	2,2	2,8	3,3	3,7	4,1	4,1	3,8	3,3	2,8	2,7
Q sensible total [kW]	0,9	1	1	1,6	1,9	2,3	2,8	3,4	3,8	4,1	4,2	3,9	3,4	2,9	2,8
Q latent interior [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q latent total [kW]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Q interior total [kW]	1,0	1,1	1,0	1,6	2,0	2,3	2,9	3,4	3,8	4,2	4,2	3,9	3,4	2,9	2,8
Q total [kW]	1,2	1,3	1,3	1,9	2,2	2,6	3,1	3,7	4,1	4,5	4,6	4,3	3,8	3,3	3,2

Taula A.12. Potències zona 4 estiu

**Zona 5**

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	8,8	13,6	16,4	20	21,2	19,7	17,5	14	12,7	12,6	11,6	10,5	9,6	9	8,5
Q sensible total [kW]	8,8	13,7	16,6	20,2	21,4	20	17,8	14,4	13,1	13,1	12	10,9	10	9,3	8,8
Q latent interior [kW]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Q latent total [kW]	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2
Q interior total [kW]	9,3	14,1	16,9	20,5	21,7	20,2	18,0	14,5	13,2	13,1	12,1	11,0	10,1	9,5	9,0
Q total [kW]	10,4	15,4	18,3	21,9	23,1	21,8	19,7	16,4	15,2	15,4	14,3	13,1	12,2	11,5	11,0

Taula A.13. Potències zona 5 estiu

**Zona 6**

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	2,1	3,4	3,8	4,3	5	4,5	4	3,1	2,8	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,9
Q sensible total [kW]	2,1	3,4	3,8	4,4	5	4,6	4	3,2	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	2
Q latent interior [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q latent total [kW]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Q interior total [kW]	2,2	3,5	3,9	4,4	5,1	4,6	4,1	3,2	2,9	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0
Q total [kW]	2,4	3,7	4,1	4,7	5,3	4,9	4,3	3,5	3,2	3,2	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4

Taula A.14. Potències zona 6 estiu



### A.1.3.2. Hivern

#### Sala Actual

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	45,9	44,4	43,0	41,5	40,1	38,6	37,2	35,7	34,2	32,8	31,3	29,9	31,1	32,3	33,6	34,8	36,0
Q sensible total [kW]	49,7	48,1	46,6	44,9	43,4	41,7	40,1	38,5	37,0	35,3	33,7	32,0	33,4	34,7	36,2	37,5	38,9
Q latent interior [kW]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q latent total [kW]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Q interior total [kW]	45,9	44,4	43,0	41,5	40,1	38,6	37,2	35,7	34,2	32,8	31,3	29,9	31,1	32,3	33,6	34,8	36,0
Q total [kW]	51,7	50,1	48,6	46,9	45,4	43,6	41,9	40,3	38,7	36,9	35,2	33,3	34,7	36,0	37,5	38,8	40,2

Taula A.15. Potències sala actual hivern

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	31,0	29,8	28,7	27,5	26,3	25,1	23,9	22,7	21,5	20,3	19,2	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0
Q sensible total [kW]	34,8	33,5	32,2	30,8	29,6	28,2	26,9	25,5	24,2	22,8	21,5	20,1	21,2	22,4	23,6	24,7	25,9
Q latent interior [kW]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q latent total [kW]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Q interior total [kW]	31,0	29,8	28,7	27,5	26,3	25,1	23,9	22,7	21,5	20,3	19,2	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0
Q total [kW]	36,8	35,5	34,2	32,8	31,5	30,1	28,7	27,3	25,9	24,4	23,0	21,4	22,5	23,7	24,9	26,0	27,2

Taula A.16. Potències sala millorada hivern

#### Zona 1

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Q sensible total [kW]	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7
Q latent interior [kW]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q latent total [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q interior total [kW]	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Q total [kW]	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8

Taula A.17. Potències zona 1 hivern



**Zona 2**

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	4,3	4,1	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,1	3,0	2,8	2,6	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,2
Q sensible total [kW]	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,6	4,4	4,2	4,0	3,7	3,5	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,3
Q latent interior [kW]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q latent total [kW]	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Q interior total [kW]	4,3	4,1	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,1	3,0	2,8	2,6	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,2
Q total [kW]	6,5	6,3	6,1	5,8	5,6	5,3	5,1	4,9	4,6	4,3	4,1	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5	4,8

Taula A.18. Potències zona 2 hivern

**Zona 3**

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	2,3	2,2	2,1	2	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
Q sensible total [kW]	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Q latent interior [kW]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q latent total [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q interior total [kW]	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
Q total [kW]	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

Taula A.19. Potències zona 3 hivern

**Zona 4**

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
Q sensible total [kW]	3,9	3,8	3,6	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9
Q latent interior [kW]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q latent total [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q interior total [kW]	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
Q total [kW]	4,0	3,9	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,5	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0

Taula A.20. Potències zona 4 hivern





## Zona 5

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	14,6	14,0	13,5	12,9	12,4	11,8	11,2	10,7	10,1	9,6	9,0	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3	10,8
Q sensible total [kW]	16,0	15,4	14,9	14,3	13,8	13,2	12,6	12,1	11,5	10,9	10,4	9,8	10,3	10,8	11,3	11,7	12,2
Q latent interior [kW]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q latent total [kW]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
Q interior total [kW]	14,6	14,0	13,5	12,9	12,4	11,8	11,2	10,7	10,1	9,6	9,0	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3	10,8
Q total [kW]	16,8	16,2	15,7	15,1	14,6	14,0	13,4	12,9	12,3	11,6	11,1	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0

Taula A.21. Potències zona 5 hivern

## Zona 6

	Hora																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Q sensible interior [kW]	4,0	3,9	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0
Q sensible total [kW]	4,3	4,1	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,1	3,0	2,8	2,6	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,2
Q latent interior [kW]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q latent total [kW]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Q interior total [kW]	4,0	3,9	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0
Q total [kW]	4,4	4,2	4,1	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3

Taula A.22. Potències zona 6 hivern

## A.2. Circuit de ventilació

El circuit de ventilació és el circuit d'aire, format pel circuit d'impulsió, de retorn i de ventilació.

A l'estiu s'ha anat variant el cabal d'impulsió, realitzant els càlculs per cada zona i cada hora, mantenint constant el punt d'impulsió. A l'hivern, en canvi, el cabal d'impulsió és constant per cada zona, ja que s'ha imposat el cabal màxim obtingut a l'estiu en aquella zona.

Es mostrarà com a procediment els càlculs realitzats per la Zona 5 a les 14h a l'estiu i a l'hivern.



## A.2.1. Punts de treball dels climatitzadors

Els punts de treball de cada climatitzador s'han determinat a partir de dos mètodes per tal d'assegurar els resultats lo més exactes possibles:

- Diagrama psicomètric
- Mètode numèric a partir de fórmules termodinàmiques

### A.2.1.1. Estiu

A la Zona 5 a les 14h de l'estiu, es tenen les següents dades de partida:

Condicions exteriors	
Hora	14
Text [°C]	28,82
Text [K]	301,97
Hr [%]	73

Taula A.23. Condicions exteriors estiu

Condicions interiors	
Hora	14
Tint [°C]	24
Text [K]	297,15
Hr [%]	50

Taula A.24. Condicions interiors estiu

Hora	14
Q sensible interior [kW]	17,5
Q sensible total [kW]	17,8
Q latent interior [kW]	0,5
Q latent total [kW]	1,9
T punt I [°C]	14
T punt I [K]	287,15
Hr [%]	0,9
h [kJ/kg]	37

Taula A.25. Condicions estiu

Es calcula el factor de calor sensible interior amb la següent equació:

$$FCS,i = \frac{Qs,i}{Qs,i + Ql,i} \quad (\text{Eq. A.20})$$

$$FCS,i = Qs,i / (Qs,i + Ql,i) = 17,44 / (17,44+0,52) = 0,971$$



$$FCS,t = \frac{Q_{s,t}}{Q_{s,t} + Q_{l,t}} \quad (\text{Eq. A.21})$$

$$FCS,t = Q_{s,t} / (Q_{s,t} + Q_{l,t}) = 17,81 / (17,81 + 1,9) = 0,90$$

### Determinació del punt d'impulsió (punt I)

Per determinar les condicions de treball del punt I, es traça una recta en el diagrama psicromètric des del FCSi=0,971 fins al punt de referència. Seguidament es traça una altra recta paral·lela a la primera des del punt R fins a tallar amb una humitat relativa del 90%. Es tria aquesta humitat relativa ja que es la recomanada pel nou RITE pel cabal d'impulsió en condicions de fred.

La temperatura d'impulsió es tria segons la línia traçada.

S'obtenen els següents punts d'estat de l'aire:

	T [°C]	T [K]	Hr [%]	h [kJ/kg·K]
Punt I (impulsió)	14	287,2	90	37
Punt R (recirculació)	24	297,2	50	48

Taula A.26. Punts d'estat de l'aire

Els valors de l' entalpia de R es troba a partir del diagrama psicromètric.

A continuació es calculen els cabals dels punts de treball:

$$q_i = \frac{(Q_{i,t})}{(h_R - h_I)} = \frac{18}{(48 - 37)} = 1,63 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot v = 1,35 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

On:

$$v = \text{volum específic} = 0,825 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

*qi*: cabal d'impulsió

Al trobar-se la sala zonificada, la ventilació necessària, serà proporcional al número de persones per zona, per tant, s'ha de tenir en compte l'àrea de la zona.



$$np = \frac{\text{ÀreaZona}}{\text{AreaSala}} \cdot 20 \text{ persones}$$

A continuació, es mostra el càlcul del cabal de ventilació per la Zona 5:

$$np = \frac{38 \cdot 6,25}{50,5 \cdot 12,5} \cdot 20 = 7,52 \text{ persones}$$

$$qv = np \cdot 28,8 = 7,52 \cdot 28,8 = 216,71 \frac{m^3}{h} = \frac{216,71}{3600} = 0,06 \frac{m^3}{s}$$

On:

*qv: cabal de ventilació*

$$qr = qi - qv = 1,35 - 0,06 = \frac{1,29 \frac{m^3}{s}}{v} = 1,57 \frac{kg}{s}$$

On:

$$v = \text{volum específic} = 0,855 \frac{m^3}{kg}$$

*qi: cabal d'impulsió*

*qv: cabal de ventilació*

### **Determinació del punt de mescla (punt M)**

Es calcula la temperatura de mescla a partir de l'equació:

$$T_M = \frac{(qr \cdot Tr) + (qv \cdot Text)}{qi} = \frac{(1,29 \cdot 24) + (0,06 \cdot 28,82)}{1,35} = 30,90^\circ C$$

S'obté l'entalpia de la mescla:

$$h_M = \frac{(qr \cdot hr) + (qv \cdot hext)}{qi} = \frac{(1,29 \cdot 48) + (0,06 \cdot 73)}{1,35} = 49,11 \frac{kJ}{kg}$$

On:



$q_r$ : cabal de retorn

$q_v$ : cabal de ventilació

Ara, es pot calcular la potència frigorífica necessària a subministrar pel climatitzador:

$$P_f = q_i \cdot (h_M - h_i) = 1,63 \cdot (49,11 - 37) = 19,82 \text{ kW}$$

### Determinació del punt X

Es coneix de X:

$$T_x = T_r = 24^\circ\text{C} = 297,15 \text{ K}$$

$$w_x = w_i = 0,0086 \text{ kgw/kg}$$

Primerament es calcula la pressió del vapor d'aigua saturat mitjançant l'equació (Eq. A.22):

$$P_{vs} = \exp \left[ \left( \frac{a_1}{T} \right) + a_2 + a_3 \cdot T + a_4 \cdot T^2 + a_5 T^3 + a_6 \cdot \ln(T) \right] \cdot 10^{-3} [\text{kPa}] \quad (\text{Eq. A.22})$$

On:

a1	-5800,2206
a2	1,3914993
a3	-0,04864024
a4	0,000041765
a5	-1,4452E-08
a6	6,5459673

Taula A.27. Constants  $P_{vs}$

Amb:

$$273,15 < T < 308,15, T [\text{K}]$$

En segon lloc es calcula la pressió de vapor  $P_v$  en [kPa] a partir de l'equació:

$$P_v = \frac{w \cdot P_{abs}}{w + 0,62198} \quad (\text{Eq. A.23})$$

On:



$$P_{abs}=101,325 \text{ [kPa]}$$

A partir de les pressions, es calcula la humitat relativa:

$$Hr = \frac{P_v}{P_{vs}} \cdot 100 \quad (\text{Eq. A.24})$$

Coneixent  $w$ , es pot calcular el volum específic a partir de l'equació:

$$v = \frac{R \cdot T \cdot \left(1 + \frac{w}{0,62198}\right)}{P_{abs} \cdot Ma} \quad (\text{Eq. A.25})$$

On:

$$R=8,31441 \text{ [kJ/kmol} \cdot \text{K]}$$

$$Ma=28,9645 \text{ [kg/kmol]}$$

En últim lloc, s'obté el valor de l'entalpia,  $h$ :

$$h = 1,006 \cdot t + w \cdot (2501 + 1,805 \cdot t) \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kga}} \right] \quad (\text{Eq. A.26})$$

Taula de resultats obtinguts:

T [K]	Hr [%]	P <sub>vs</sub> [kPa]	P <sub>v</sub> [kPa]	$w$ [kgw/kga]	v [m <sup>3</sup> /h]	h [kJ/kg]
297,15	46,29	2,99	1,38	0,01	0,54	46,03

Taula A.28. Característiques punt X

Es calculen les calors sensibles i latents que s'obtenen a partir del punt d'impulsió triat:

$$Q_{s,i} = \frac{q_i(h_x - h_i)}{v_i} = 18,2 \text{ kW} > 17,47 \text{ kW}$$

$$Q_{l,i} = \frac{q_i(h_r - h_x)}{v_i} = 0,50 \approx 0,52 \text{ kW}$$



Amb aquests resultats es corrobora que es cobreixen les necessitats tèrmiques en les condicions de treball del climatitzadors escollides.

### A.2.1.2. Hivern

La metodologia que s'ha emprat ha estat semblant a la utilitzada a l'estiu, però en aquest cas s'han escollit cabals d'impulsió constants.

Al tractar-se de necessitats tèrmiques semblants a les de l'estiu, s'ha considerat que utilitzant el màxim cabal d'impulsió de cada zona en aquesta època es cobrien les necessitats tèrmiques a l'hivern.

S'ha de destacar que el punt d'impulsió variarà al llarg del dia, com a conseqüència de la variació de la necessitat tèrmica de cada zona.

Per tant, es tenen les següents dades de partida per la zona 5 a les 14 hores:

Condicions exteriors	
Hora	14
Text [°C]	7,82
Text [K]	280,97
Hr [%]	69,18

Taula A.29. Condicions exteriors hivern

Condicions interiors	
Hora	14
Tint [°C]	21
Text [K]	294,15
Hr [%]	50

Taula A.30. Condicions interiors hivern

Hora	14
Q sensible interior [kW]	10,12
Q sensible total [kW]	11,51
Q latent interior [kW]	0
Q latent total [kW]	0,75
Cabal punt Impulsió [m <sup>3</sup> /s]	1,63

Taula A.31. Condicions hivern

A partir del cabal d'impulsió de la zona es podran calcular les condicions del punt d'impulsió. Es començarà per calcular l'entalpia d'impulsió mitjançant la següent fórmula:

$$h_i = h_R - \frac{Q_{t,i} \cdot v_i}{q_i} \left[ \frac{kJ}{kg} \right]$$

(Eq. A.27)



On:

$h_R$ : entalpia de la recirculació

$Q_{t,i}$ : calor sensible interior total

$V_i$ : volum específic de la impulsió

$q_i$ : cabal d'impulsió

Per altra banda, es calcula el FCSi, que en aquest cas serà igual a 1, ja que el calor latent en el cas del hivern és 0.

Finalment, tenint en compte que la recta de calor sensible és horitzontal, i que es coneix l'entalpia d'impulsió, s'obté el punt d'impulsió completament definit a través de les equacions:

T [°C]	Hr [%]	Pvs [kPa]	Pv [kPa]	w [gw/kg]	v [m <sup>3</sup> /kg]	h [kJ/kg]
25,3	39	3,22	1,25	7,75	0,855	45,01

Taula A.32. Característiques punt d'impulsió

El pas següent es calcular els cabals de ventilació i retorn:

-Cabal de ventilació:

$$q_v = \frac{(n^{\circ} \text{ pers.}) \cdot (\text{vent. RITE})}{3600} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (\text{Eq. A.28})$$

On:

$n_p$ : número de persones que es troben a la zona d'estudi.

$\text{Vent. RITE}$ : cabal de ventilació segons l'ordenança RITE IDA-3 = 28,8m<sup>3</sup>/h·persona.

-Cabal de retorn o recirculació:

$$q_r = q_i - q_v \quad (\text{Eq. A.29})$$

On:

$q_i$ : cabal d'impulsió





*qv*: cabal de ventilació

Els resultats dels cabals es recullen a la següent taula:

14 hrs	<i>qi</i> [m <sup>3</sup> /s]	<i>qv</i> [m <sup>3</sup> /s]	<i>qr</i> [m <sup>3</sup> /s]
Zona 5	1,63	0,06	1,57

Taula A.33. Cabals zona 5 a les 14h

A continuació, es fa necessari el fet de calcular les propietats del punt de mescla M, a partir de les quals es podrà calcular la potència del climatitzador.

Per calcular les propietats del punt M s'han d'utilitzar les equacions ja emprades anteriorment:

$$T_M = \frac{T_R \cdot qr + T_V \cdot qv}{qi} = \frac{21 \cdot 1,57 + 7,82 \cdot 0,06}{1,63} = 20,51 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$hm = \frac{h_R \cdot qr + h_V \cdot qv}{qi} = \frac{40,5 \cdot 1,57 + 18,5 \cdot 0,06}{1,63} = 39,69 \text{ [kJ/kg]}$$

On:

*T<sub>R</sub>*: temperatura de l'aire de recirculació.

*T<sub>V</sub>*: temperatura de l'aire de ventilació.

*h<sub>R</sub>*: entalpia de l'aire de recirculació.

*h<sub>V</sub>*: entalpia de l'aire de ventilació.

Per tant, finalment, a partir de la següent equació es calcula la potència tèrmica que té que aportar el climatitzador de la zona mitjançant el cabal d'impulsió:

$$Pot.Tèrm. = qi \cdot \Delta(h_i - h_m) = 1,63 \cdot (45,01 - 39,69) = 11,6 \text{ [kW]} \quad (\text{Eq. A.30})$$

Com es pot comprovar, la potència frigorífica no satisfà la necessitat tèrmica de la zona. Per aquesta raó, i per la necessitat de condicionar l'aire d'impulsió, ja que la humitat relativa d'aquest és baixa, s'optarà per la utilització d'humectadors per solucionar el problema.

### A.2.1.3. Resultats obtinguts

**Estiu**



A la següent es mostren els cabals d'impulsió, de ventilació i de recirculació amb els que treballa cada zona en cadascuna de les hores a l'estiu.

### Zona 1

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
qv [m <sup>3</sup> /s]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
qi [m <sup>3</sup> /s]	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,1	0,12	0,16	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18
qr [m <sup>3</sup> /s]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,11	0,15	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17

*Taula A.35. Cabals d'aire zona 1 estiu*

### Zona 2

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
qv [m <sup>3</sup> /s]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
qi [m <sup>3</sup> /s]	0,38	0,39	0,4	0,42	0,43	0,44	0,45	0,47	0,48	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
qr [m <sup>3</sup> /s]	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,42	0,41	0,4	0,39	0,38

*Taula A.36. Cabals d'aire zona 2 estiu*

### Zona 3

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
qv [m <sup>3</sup> /s]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
qi [m <sup>3</sup> /s]	0,1	0,13	0,12	0,11	0,15	0,15	0,15	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
qr [m <sup>3</sup> /s]	0,09	0,12	0,11	0,1	0,14	0,14	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,1

*Taula A.37. Cabals d'aire zona 3 estiu*

### Zona 4



	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
qv [m <sup>3</sup> /s]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
qi [m <sup>3</sup> /s]	0,08	0,08	0,08	0,12	0,15	0,17	0,22	0,25	0,28	0,31	0,32	0,29	0,26	0,22	0,21
qr [m <sup>3</sup> /s]	0,07	0,07	0,07	0,11	0,14	0,16	0,21	0,24	0,27	0,3	0,31	0,28	0,25	0,21	0,2

Taula A.38. Cabals d'aire zona 4 estiu

### Zona 5

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
qv [m <sup>3</sup> /s]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
qi [m <sup>3</sup> /s]	0,7	1,06	1,27	1,54	1,63	1,52	1,35	1,09	0,99	0,99	0,91	0,83	0,76	0,71	0,68
qr [m <sup>3</sup> /s]	0,64	1	1,21	1,48	1,57	1,46	1,29	1,03	0,93	0,93	0,85	0,77	0,7	0,65	0,62

Taula A.39. Cabals d'aire zona 5 estiu

### Zona 6

	Hora														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
qv [m <sup>3</sup> /s]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
qi [m <sup>3</sup> /s]	0,17	0,26	0,29	0,33	0,38	0,35	0,31	0,24	0,22	0,21	0,2	0,19	0,17	0,16	0,15
qr [m <sup>3</sup> /s]	0,16	0,25	0,28	0,32	0,37	0,34	0,3	0,23	0,21	0,2	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14

Taula A.40. Cabals d'aire zona 6 estiu

### Hivern

A l'hivern, com ja s'ha comentat abans, els cabals d'impulsió de les diferents zones són constants al llarg del dia. Els cabals de ventilació també són constant ja que depenen del número de persones que treballen a cada zona i aquest número, tot i que sempre hi haurà gent entrant i sortint del recinte, es considerarà constant al llarg del temps. Com a conseqüència s'obté que el cabal de recirculació, a diferència d'aquests dos anteriors, romandrà constant al llarg del dia.

A continuació es mostra la següent taula que reflexa els diferents cabals que s'han calculat per cada zona:

Hivern	qi [m <sup>3</sup> /s]	qr [m <sup>3</sup> /s]	qv [m <sup>3</sup> /s]
Zona 1	0,1883	0,1784	0,0099



Zona 2	0,4908	0,4306	0,0602
Zona 3	0,1518	0,1419	0,0099
Zona 4	0,3169	0,3070	0,0099
Zona 5	1,6285	1,5683	0,0602
Zona 6	0,3781	0,3682	0,0099

Per altra banda, les propietats del punt d'impulsió variaran al llarg del dia. S'ha procedit al càlcul per cada hora i per cada zona:

Zona 1:

Zona 1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ti [°C]	30,3	29,9	29,6	29,2	28,8	28,5	28,1	27,7	27,4	27,0	26,6	26,3	26,6	26,9	27,2	27,5	27,8
Ti [K]	303,5	303,1	302,7	302,3	302,0	301,6	301,2	300,9	300,5	300,1	299,8	299,4	299,7	300,0	300,3	300,7	301,0
HR [%]	28,9	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,5	34,2	35,0	35,7	36,5	35,8	35,2	34,6	33,9	33,3
Pvs [kPa]	4,32	4,23	4,14	4,05	3,97	3,89	3,80	3,72	3,64	3,57	3,49	3,42	3,48	3,54	3,61	3,67	3,74
Pv [kPa]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
w [gw/kg]	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
v [m <sup>3</sup> /kg]	0,870	0,869	0,868	0,867	0,866	0,865	0,864	0,863	0,862	0,861	0,860	0,859	0,860	0,861	0,861	0,862	0,863
hi [kJ/kg]	50,29	49,91	49,54	49,16	48,79	48,42	48,04	47,67	47,29	46,92	46,54	46,17	46,48	46,80	47,12	47,44	47,75

Taula A.41. Característiques punt d'impulsió zona 1 hivern

Zona 2:

Zona 2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ti [°C]	28,2	27,9	27,6	27,3	27,0	26,7	26,4	26,2	25,9	25,6	25,3	25,0	25,3	25,5	25,7	26,0	26,2
Ti [K]	301,3	301,0	300,7	300,4	300,2	299,9	299,6	299,3	299,0	298,7	298,5	298,2	298,4	298,6	298,9	299,1	299,4
HR [%]	32,7	33,2	33,8	34,3	34,9	35,5	36,1	36,7	37,4	38,0	38,6	39,3	38,7	38,2	37,7	37,1	36,6
Pvs [kPa]	3,82	3,75	3,69	3,63	3,57	3,51	3,45	3,39	3,34	3,28	3,23	3,17	3,22	3,26	3,31	3,36	3,41
Pv [kPa]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
w [gw/kg]	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
v [m <sup>3</sup> /kg]	0,864	0,863	0,863	0,862	0,861	0,860	0,859	0,859	0,858	0,857	0,856	0,855	0,856	0,857	0,857	0,858	0,859
hi [kJ/kg]	48,10	47,81	47,52	47,23	46,94	46,64	46,35	46,06	45,77	45,48	45,19	44,90	45,15	45,39	45,64	45,88	46,13

Taula A.42. Característiques punt d'impulsió zona 2 hivern

Zona 3:



Zona 3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ti [°C]	33,6	33,1	32,6	32,1	31,6	31,1	30,6	30,1	29,6	29,1	28,6	28,1	28,6	29,0	29,4	29,8	30,2
Ti [K]	306,7	306,2	305,7	305,2	304,7	304,3	303,8	303,3	302,8	302,3	301,8	301,3	301,7	302,1	302,5	303,0	303,4
HR [%]	24,0	24,7	25,4	26,1	26,8	27,6	28,4	29,2	30,0	30,9	31,8	32,7	31,9	31,1	30,4	29,7	29,0
Pvs [kPa]	5,20	5,05	4,92	4,78	4,65	4,52	4,40	4,27	4,16	4,04	3,93	3,82	3,91	4,00	4,10	4,20	4,30
Pv [kPa]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
w [gw/kg]	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
v [m <sup>3</sup> /kg]	0,880	0,878	0,877	0,876	0,874	0,873	0,871	0,870	0,868	0,867	0,866	0,864	0,865	0,867	0,868	0,869	0,870
hi [kJ/kg]	53,62	53,12	52,62	52,11	51,61	51,11	50,60	50,10	49,60	49,10	48,60	48,09	48,52	48,94	49,37	49,79	50,22

Taula A.43. Característiques punt d'impulsió zona 3 hivern

Zona 4:

Zona 4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ti [°C]	30,7	30,3	29,9	29,5	29,1	28,8	28,4	28,0	27,6	27,2	26,9	26,5	26,8	27,1	27,4	27,8	28,1
Ti [K]	303,8	303,4	303,1	302,7	302,3	301,9	301,5	301,1	300,8	300,4	300,0	299,6	299,9	300,3	300,6	300,9	301,2
HR [%]	28,3	28,9	29,5	30,2	30,9	31,5	32,2	33,0	33,7	34,5	35,3	36,1	35,4	34,7	34,1	33,4	32,8
Pvs [kPa]	4,41	4,32	4,22	4,13	4,04	3,95	3,87	3,78	3,70	3,62	3,54	3,46	3,52	3,59	3,66	3,73	3,80
Pv [kPa]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
w [gw/kg]	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
v [m <sup>3</sup> /kg]	0,871	0,870	0,869	0,868	0,867	0,866	0,865	0,864	0,863	0,862	0,861	0,859	0,860	0,861	0,862	0,863	0,864
hi [kJ/kg]	50,66	50,27	49,89	49,50	49,11	48,72	48,33	47,94	47,55	47,16	46,77	46,38	46,71	47,04	47,37	47,70	48,03

Taula A.44. Característiques punt d'impulsió zona 4 hivern

Zona 5:

Zona 5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ti [°C]	28,3	28,1	27,8	27,5	27,2	26,9	26,6	26,3	26,0	25,7	25,4	25,1	25,4	25,6	25,9	26,1	26,4
Ti [K]	301,5	301,2	300,9	300,6	300,3	300,0	299,7	299,4	299,2	298,9	298,6	298,3	298,5	298,8	299,0	299,3	299,5
HR [%]	32,3	32,9	33,4	34,0	34,6	35,2	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	38,5	37,9	37,4	36,8	36,3
Pvs [kPa]	3,86	3,79	3,73	3,67	3,60	3,54	3,48	3,42	3,36	3,31	3,25	3,19	3,24	3,29	3,34	3,39	3,44
Pv [kPa]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
w [gw/kg]	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
v [m <sup>3</sup> /kg]	0,865	0,864	0,863	0,862	0,861	0,861	0,860	0,859	0,858	0,857	0,856	0,856	0,856	0,857	0,858	0,858	0,859
hi [kJ/kg]	48,29	48,00	47,70	47,40	47,10	46,80	46,50	46,21	45,91	45,61	45,31	45,01	45,26	45,52	45,77	46,02	46,27

Taula A.45. Característiques punt d'impulsió zona 5 hivern

Zona 6:



Zona 6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ti [°C]	29,8	29,5	29,1	28,8	28,4	28,1	27,7	27,4	27,0	26,7	26,3	26,0	26,3	26,6	26,9	27,2	27,5
Ti [K]	303,0	302,6	302,3	301,9	301,6	301,2	300,9	300,5	300,2	299,8	299,5	299,1	299,4	299,7	300,0	300,3	300,6
HR [%]	29,7	30,3	30,9	31,5	32,2	32,8	33,5	34,2	34,9	35,6	36,4	37,1	36,5	35,8	35,2	34,6	34,0
Pvs [kPa]	4,20	4,12	4,04	3,96	3,88	3,80	3,72	3,65	3,57	3,50	3,43	3,36	3,42	3,48	3,54	3,60	3,67
Pv [kPa]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
w [gw/kg]	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
v [m <sup>3</sup> /kg]	0,869	0,868	0,867	0,866	0,865	0,864	0,863	0,862	0,861	0,860	0,859	0,858	0,859	0,860	0,861	0,861	0,862
hi [kJ/kg]	49,81	49,45	49,10	48,74	48,38	48,03	47,67	47,31	46,96	46,60	46,24	45,89	46,19	46,49	46,79	47,09	47,40

Taula A.46. Característiques punt d'impulsió zona 6 hivern

## A.2.2. Dimensionament del circuit d'impulsió

El dimensionament de les canonades de l'aire d'impulsió, es fa a partir dels cabals màxims necessaris per cada zona. S'escullen els cabals màxims de l'estiu ja que en totes les zones els cabals d'impulsió són majors en aquesta època, excepte en la zona 5, però degut a que la diferència entre aquest cabal a l'estiu i a l'hivern és molt petita, es poden cobrir les necessitats tèrmiques a partir del dimensionament amb el cabal de l'estiu.,

A continuació es mostra una taula amb els cabals d'impulsió de cada zona i el diàmetre de la canonada. El diàmetre de les canonades, es pot calcular a partir del gràfic de dimensionat de conductes de ventilació o bé a partir del programa de l'empresa fabricant de difusors "Diru".

Zona	qi [m <sup>3</sup> /s]	qi [m <sup>3</sup> /h]	D int [mm]
Zona 1	0,19	684	225
Zona 2	0,49	1764	325
Zona 3	0,15	540	200
Zona 4	0,32	1152	300
Zona 5	1,63	5868	500
Zona 6	0,38	1368	300

Taula A.46. Diamètres canonades d'aire

### A.2.2.1. Selecció dels difusors

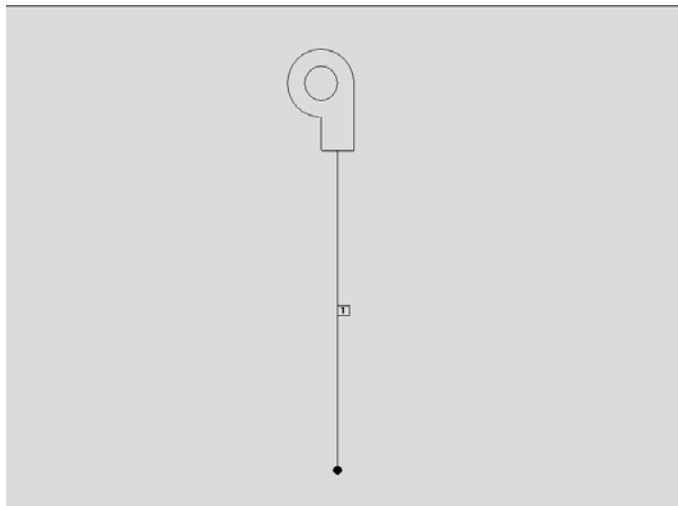
La selecció dels difusors ha de contemplar diverses variables: el cabal d'aire, l'abast necessari, l'amplitud de difusió, etc.

El punt en el que es situen i el número de difusors, han de ser els òptims per tal de tenir una bona distribució de l'aire segons les carregues tèrmiques de la zona.



En base a aquests criteris, es trien difusors circulars de la marca DIRU model DS. La distribució de cada zona, es mostra a continuació.

Zona 1:



*Fig. A.1. Distribució difusors zona 1*

Zona	Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]
1	1	3,15	225

*Taula A.47. Trams difusors zona 1*

Zona 2:



Zona	Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]
2	1	3,15	325
	2	3,15	250
	3	3,15	250
	4	6,3	225
	5	6,3	175
	6	6,3	225
	7	6,3	175

Taula A.48. Trams difusors zona 2

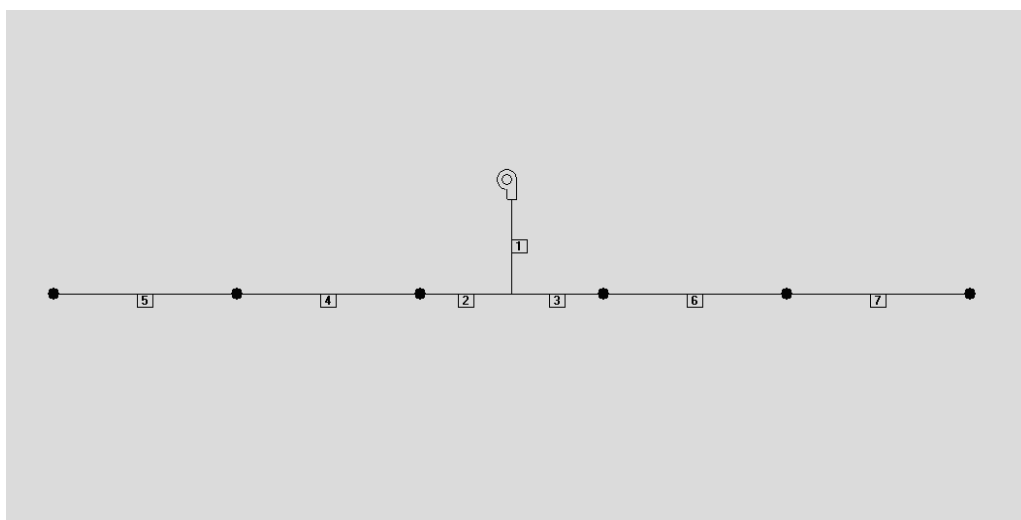


Fig. A.2. Distribució difusors zona 2

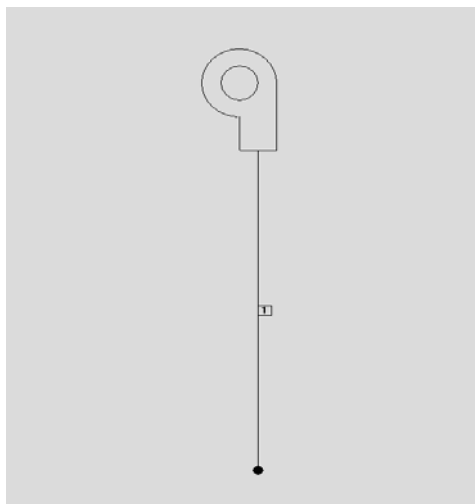
Zona 3

Zona	Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]
3	1	3,15	200

Taula A.49. Trams difusors zona 3





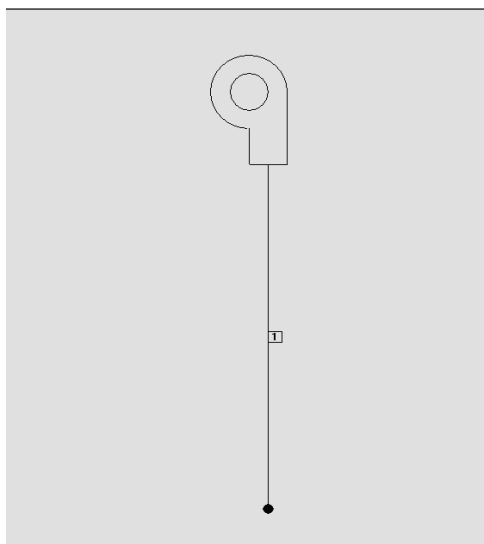


*Fig. A.3. Distribució difusors zona 3*

Zona 4

Zona	Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]
4	1	3,15	300

*Taula A.50. Trams difusors zona 4*



*Fig. A.4. Distribució difusors zona 4*



Zona 5

Zona	Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]
5	1	3,15	500
	2	3,15	425
	3	3,15	425
	4	6,3	375
	5	6,3	300
	6	6,3	375
	7	6,3	300

Taula A.51. Trams difusors zona 5

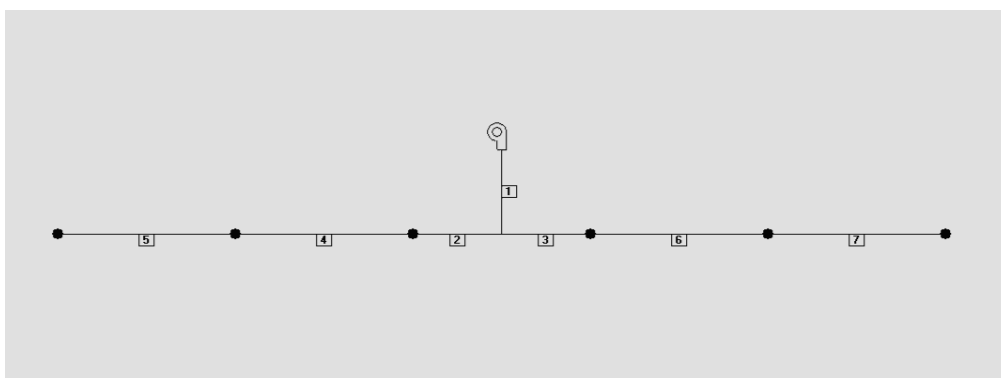


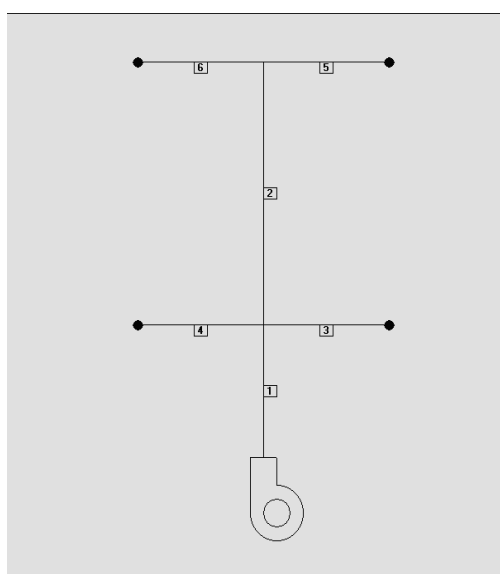
Fig. A.5. Distribució difusors zona 5



## Zona 6

Zona	Tram	Longitud [m]	Diàmetre [mm]
6	1	1,58	300
	2	3,15	250
	3	1,58	175
	4	1,58	175
	5	1,58	175
	6	1,58	175

*Taula A.52. Trams difusors zona 6*



*Fig. A.6. Distribució difusors zona 6*

### A.2.3. Dimensionament del circuit de retorn

El circuit de retorn extreu aire de la sala a través de reixes rectangulars. A cadascuna de les 6 zones, es situa un conducte d'extracció per tal d'extreure els cabals calculats anteriorment.

El dimensionament de les canonades i de les reixes d'extracció, es realitza a través del cabal màxim d'extracció necessari per cada zona.

A continuació, es mostra una taula amb els cabals màxims d'extracció de cada zona, la dimensió dels conductes i les mides de les reixes.



Zona	Cabals de RETORN (recirculació) [m <sup>3</sup> /s]	Cabals de RETORN (recirculació) [m <sup>3</sup> /h]	D int [mm]	Conductes Secció Rectangular	
				b [mm]	h [mm]
Zona 1	0,18	648	210	300	120
Zona 2	0,43	1548	330	300	290
Zona 3	0,14	504	170	300	85
Zona 4	0,31	1116	280	300	205
Zona 5	1,57	5652	525	300	780
Zona 6	0,37	1332	300	300	240

Taula A.53. Dimensions circuit de retorn

#### A.2.4. Dimensionament del circuit de ventilació

La següent taula mostra els cabals de ventilació i el dimensionat dels circuits segons aquests cabals (calculats a l'apartat A.2.1.1):

Zona	Cabal de ventilació [m <sup>3</sup> /s]	Cabal de ventilació [m <sup>3</sup> /h]	D int [mm]
Zona 1	0,01	36	50
Zona 2	0,06	216	150
Zona 3	0,01	36	50
Zona 4	0,01	36	50
Zona 5	0,06	216	150
Zona 6	0,01	36	50

Taula A.54. Dimensions circuit de ventilació

Per tant, el cabal que s'extrau de l'exterior, és la suma de tots aquests cabals: 0,16 m<sup>3</sup>/s.

#### A.2.5. Condicionament de la humitat

Per aconseguir un punt d'impulsió al hivern amb la adequada humitat relativa s'ha d'optar per instal·lar humidificadors. Els humidificadors s'encarreguen, mitjançant l'aportació d'aigua, d'equilibrar la humitat relativa.

Per tant, per cada zona de la sala i per cada hora de funcionament, s'ha de calcular la quantitat d'aigua amb que ha de tractar l'humidificador el cabal d'impulsió.

La potència que han de subministrar els humidificadors, sumada a la que proporciona el cabal d'impulsió abans de ser tractat, ha de ser igual a la càrrega necessària de cada zona.

A la taula següent es troba tabulada la potència que ha d'aportar cada humidificador per cada hora del dia:



Potència humidificadors [W]	Hores																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona 1	35	34	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21
Zona 2	214	204	198	183	177	166	154	144	131	116	105	91	97	103	113	119	129
Zona 3	35	34	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21
Zona 4	35	34	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21
Zona 5	214	243	274	335	367	431	495	558	620	715	777	910	880	851	787	758	694
Zona 6	23	27	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21

Taula A.55. Potència aportada per humidificadors

La potència que subministra un humidificador és la següent:

$$P_{hum} = m_{aigua} \cdot \Delta h \quad (\text{Eq. A.31})$$

On:

$m_{aigua}$  = cabal màssic d'aigua que aporta l'humidificador

$\Delta h = h_l - h_v$  = entalpia de canvi d'estat o calor latent de vaporització

On, per una temperatura de  $T=298$  K:

$h_l$ , entalpia estat líquid = 104,77 kJ/kg

$h_v$ , entalpia estat vapor = 2547,3 kJ/kg

A continuació es mostra la taula de resultats on, aplicant les equacions i dades anteriors, s'ha calculat el cabal màssic d'aigua a aportar per zona i hora:

Cabal màssic d'aigua [g/h]	Hores																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona 1	52	50	48	44	43	40	37	35	32	28	26	22	24	25	27	29	31
Zona 2	315	301	292	270	261	244	228	212	193	172	155	135	143	152	166	176	190
Zona 3	52	50	48	44	43	40	37	35	32	28	26	22	24	25	27	29	31
Zona 4	52	50	48	44	43	40	37	35	32	28	26	22	24	25	27	29	31
Zona 5	315	358	404	494	541	635	729	823	913	1054	1145	1341	1298	1255	1160	1117	1023
Zona 6	33	40	48	44	43	40	37	35	32	28	26	22	24	25	27	29	31

Taula A.56. Cabal d'aigua aportat per humidificadors



## A.3. Dimensionament hidràulic

### A.3.1.1. Localització dels circuits

La instal·lació hidràulica esta formada per dos circuits, un extern i un intern. El primer s'encarrega de conduir l'aigua des del pou a la bomba de calor i retornar-la. El segon, transporta l'aigua des de la bomba de calor fins als sis climatitzadors de las sala, i la retorna a la bomba.

Per tal de calcular els cabals que circulen per cada un dels dos circuits i dels seus trams, s'empra la següent equació:

$$\text{Cabal} = \frac{Q}{\Delta T \cdot C_p} \quad (\text{Eq. A.32})$$

On :

$Q$  = potència tèrmica necessària [W]

$\Delta T$  = salt tèrmic del fluid

$C_p$  = calor específic

Per a cada zona es calculen els cabals necessaris per les dues èpoques d'estudi, hivern i estiu, i per les diferents hores de treball. Un cop calculats, es seleccionen els màxims de cada zona per tal de dimensionar correctament les canonades.

### A.3.1.2. Dimensionament de les canonades

El material seleccionat per a les canonades és el coure, i per tant, aquest és un paràmetre important que afecta al càlcul d'aquestes.

El dimensionament de la canonada s'ha realitzat mitjançant el càlcul de les pèrdues de càrrega que es produeixen al transportar el fluid.

La dada de partida per trobar el diàmetre de la canonada serà el cabal que circularà per aquesta. L'altre dada serà la pèrdua de càrrega màxima admissible, que serà de 40 mmca per metre lineal de canonada. Aquestes dues dades s'introdueixen a l'àbac de pèrdues de càrrega i s'obté un diàmetre i la velocitat màxima a la que pot circular l'aigua per la canonada.



El pas següent és treballar amb les dades extretes de l'àbac (taula C.9) per calcular la pèrdua de càrrega total.

La pèrdua de càrrega total és igual a la suma de la pèrdua lineal de càrrega, deguda al transport de l'aigua a través de la canonada, i la pèrdua de càrrega deguda a les singularitats que el fluid troba a través del recorregut:

$$\Delta P_{total} = \Delta P_s[mca] + \Delta P_l[mca] \quad (\text{Eq. A.33})$$

On la pèrdua de càrrega per metre lineal per canonades circulars és igual a:

$$\Delta P_l = \frac{8 \cdot f \cdot Q^2}{\Pi^2 \cdot D^5 \cdot g} \left[ \frac{mca}{ml} \right] \quad (\text{Eq. A.34})$$

On:

*Q*: cabal d'aigua [ $m^3/s$ ]

*D*: diàmetre de la canonada [ $mm$ ]























*f*: coeficient de fricció del coure = 0,01

*g*: gravetat = 9,81  $m/s^2$

Per tal d'obtenir la pèrdua de càrrega total a cada tram, cal multiplicar aquest valor per la longitud del tram.

La pèrdua de càrrega deguda a les singularitats s'obté multiplicant la pèrdua per metre lineal calculada anteriorment per la longitud equivalent a la singularitat. Aquesta longitud equivalent s'extreu de la taula següent:



Clase de resistencia aislada	Diámetros nominales de las tuberías	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
 manguito de unión		0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15
 cono de reducción		0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00
 codo o curva de 45°		0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25
 curva de 90°		0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97
 codo de 90°		0,38	0,50	0,63	0,78	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21
 "T" de 45°		1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70
 "T" arqueada o de curvas ("pentaflexiones")		1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40
 "T" confluencia de ramal (paso recto)		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
 "T" derivación a ramal		1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90
 válvula retención de batiente de pistón		0,20 1,30	0,30 1,70	0,55 2,32	0,75 2,85	1,15 3,72	1,50 4,67	1,90 5,75	2,65 6,91	3,40 8,40	4,85 11,1
 válvula retención paso de escuadra		5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0
 válvula de compuerta abierta		0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,08
 válvula de paso recto y asiento inclinado		1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80
 válvula de globo		4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0
 válvula de escuadra o ángulo (abierta)		1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1
 válvula de asiento de paso recto		-	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	-	-	-
 intercambiador		-	-	-	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	-
 radiador		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
 radiador con valvulería		3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70
 caldera		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
 caldera con valvulería		3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00
 contador	general individual o divisionario	4,5 m.c.a. 10 m.c.a.									

Taula A.57. Singularitats de les canonades

Finalment es procedeix al càlcul de la velocitat mitjançant la següent fórmula:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot \Pi \cdot D^2} \text{ [m/s]} \tag{Eq. A.35}$$

Aquesta velocitat no podrà superar mai la velocitat màxima extreta a l'àbac de pèrdues de càrrega.

Al tractar-se d'una instal·lació en la qual la major part dels climatitzadors sobrepassen la potència de 3 kW s'ha de tenir present la utilització de material flexible a les unions amb els





climatitzadors. Això es fa per evitar la transmissió de vibracions que afectarien la vida útil i el funcionament del circuit.

### A.3.1.3. Resultats del dimensionament

A la taula que es mostra a continuació estan recollits els resultats obtinguts del càlcul de cabals, diàmetres de canonades, pèrdues de càrrega i velocitats fets pels diferents circuits i trams:

- Circuit intern:

Bomba- Climatitzadors- Bomba	Cabal [kg/s]	Longitud total de la canonada [m]	Diàmetre seleccionat [mm]	Pèrdua de càrrega total [mmca]	Vel. real [m/s]
Tram 1	1,99	10,13	50,80	14,88	0,98
Tram 2	1,82	22,13	50,80	21,68	0,90
Tram 3	0,36	22,13	25,40	28,45	0,72
Tram 4	0,36	22,13	25,40	28,45	0,72
Tram 5	1,82	22,13	50,80	21,68	0,90
Tram 6	1,99	10,13	50,80	14,88	0,98

*Taula A.58. Dimensions circuit hidràulic intern*

- Circuit extern:

Pou-Bomba-Pou	Cabal [kg/s]	Longitud total de la canonada [m]	Diàmetre seleccionat [mm]	Pèrdua de càrrega total [mmca]	Vel. real [m/s]
Tram A	4,30	13,62	63,50	20,17	1,36
Tram B	4,30	15,00	63,50	25,10	1,36
Tram C	4,30	58,63	63,50	89,71	1,36
Tram D	4,30	6,57	63,50	12,60	1,36
Tram E	4,30	1,16	63,50	4,60	1,36
Tram F	4,30	1,20	63,50	1,78	1,36
Tram G	4,30	23,77	63,50	38,08	1,36
Tram H	4,30	58,63	63,50	89,71	1,36
Tram I	4,30	6,57	63,50	12,60	1,36
Tram J	4,30	0,96	63,50	4,30	1,36

*Taula A.59. Dimensions circuit hidràulic extern*

### A.3.1.4. Aïllament de les canonades

Amb l'objectiu d'evitar pèrdues de calor per part del fluid, es procedeix a l'aïllament de les canonades seguint les directrius del RITE. Aquestes indiquen les espessors de l'aïllant a utilitzar en base a un material que posseeix una  $\lambda$  de referència =  $0,040 \frac{W}{m \cdot K}$  a  $10^{\circ}C$ .



Tenint en compte que la  $\lambda$  del material que s'utilitzarà serà de  $0,037 \frac{W}{m \cdot K}$ , s'ha elaborat una taula d'equivalències i s'ha indicat l'espessor que s'utilitzarà en cada tram:

Circuit intern	Diàmetre exterior canonada [mm]	$\lambda$ referència RITE [W/m·K]	$\lambda$ material aïllant [W/m·K]	Espessor referència RITE [mm]	Espessor necessari [mm]	Espessor SH Armaflex [mm]
Tram 1 (impulsió)	50,8	0,04	0,037	30	26,85	27
Tram 2 (impulsió)	50,8	0,04	0,037	30	26,85	27
Tram 3 (impulsió)	25,4	0,04	0,037	25	22,05	27
Tram 3 (retorn)	25,4	0,04	0,037	25	22,05	27
Tram 2 (retorn)	50,8	0,04	0,037	30	26,85	27
Tram 1 (retorn)	50,8	0,04	0,037	30	26,85	27

*Taula A.60. Aïllament canonades circuit hidràulic intern*

Circuit intern	Diàmetre exterior canonada [mm]	$\lambda$ referència RITE [W/m·K]	$\lambda$ material aïllant [W/m·K]	Espessor referència RITE [mm]	Espessor necessari [mm]	Espessor SH Armaflex [mm]
Pou-bomba	63,5	0,040	0,037	40	35,74	36
Bomba-pou	63,5	0,040	0,037	40	35,74	36

*Taula A.61. Aïllament canonades circuit hidràulic extern*

El material que s'ha emprat en l'aïllament de les canonades, tal i com s'indica a les taules, ha estat el SH-Armaflex, pel circuit intern, i el AF-Armaflex pel circuit extern.

### **A.3.1.5. Buidat del circuit intern**

El circuit hidràulic intern ha de disposar d'un sistema de buidat, el qual permet evacuar l'aigua en cas necessari.

Segons la norma ITE-02.8, aquest sistema consistirà en una vàlvula de tancament hermètic, la qual es situarà al punt més baix del circuit i sempre entre dos vàlvules de tall.

La connexió entre la vàlvula de buidat i el desaigua ha d'estar a la vista, i que la maniobra de la vàlvula quedi protegida contra accidents o manipulacions.

La següent taula ens indica quin diàmetre s'ha d'escollir per la canonada de buidat en funció de la potència de la instal·lació:



potència tèrmica			diàmetre nominal mínim	
kW			mm	
			calor	frío
50	$P \leq$	50	20	25
150	$< P \leq$	150	25	32
500	$< P \leq$	500	32	40
	$< P$		40	50

Taula A.62. Diàmetres canonada de buidat

Com es tracta d'una instal·lació inferior a 50 kW de potència, s'ha escollit un diàmetre de la canonada de buidat de 25 mm.

### A.3.1.6. Vas d'expansió

El vas d'expansió és un sistema important dins un circuit hidràulic. Té com a objectiu absorbir les variacions de volum del fluid, mantenir constant la pressió i reposar la massa del fluid que s'hagi pogut perdre.

#### Dimensionament del vas d'expansió

A l'hora de dissenyar una vas d'expansió, el principal paràmetre a calcular és el seu volum, i aquest es calcula de la següent manera:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p \quad (\text{Eq. A.36})$$

On:

*Vol* = volum total d'aigua que conté el circuit

*C<sub>e</sub>* = coeficient d'expansió

*C<sub>pp</sub>* = coeficient de pressió

A continuació es detalla el càlcul del volum del circuit i els coeficients, per tal de calcular finalment el vas d'expansió.

- Càlcul del volum total del circuit

El volum total de circuit serà igual a:

$$Vol = S \cdot L \quad (\text{Eq. A.37})$$

On:



$$S: \text{secció de pas de la canonada} = \frac{\Pi \cdot D^2}{4} [m^2]$$

$L$ : longitud del tram [m]

Cal destacar que, en el cas del circuit interior, al no tractar-se d'un circuit on els diferents trams tenen la mateixa secció, s'ha calculat el volum de cada tram i després s'han sumat per obtenir el volum total del circuit.

- Càlcul del coeficient d'expansió,  $C_e$

Es calcula, segons la norma UNE 100.155, entre la temperatura de 4°C i la màxima de la xarxa mitjançant la següent equació:

$$C_e = 1 - \frac{1000}{f(t)} \quad (\text{Eq. A.38})$$

On:

$$f(t) = 999,831 - 1,23956 \cdot 10^{-2} \cdot t + 6,00584 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 1,97359 \cdot 10^{-5} \cdot t^3 + 4,80021 \cdot 10^{-8} \cdot t^4$$

*Equació vàlida fins a una temperatura de 210°C amb un error percentil màxim del 0,01.*

- Càlcul del coeficient de pressió,  $C_p$

Es calcula segons l'equació Boyle-Mariotte:

$$C_p = \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad (\text{Eq. A.39})$$

On:

-  $P_{\min}$ : per tal d'evitar fuites de fluid, la pressió mínima de treball serà sempre superior a la pressió atmosfèrica. Per tant s'escull 1,5 bar com a pressió mínima de treball.

$$P_{\min \text{ abs.}} = P_{\min \text{ rel.}} + P_{\text{atm.}} = 1,5 + 1 = 2,5 \text{ bar}$$

-  $P_{\max}$ : la pressió màxima dependrà de la pressió de tarat de la vàlvula de seguretat, tenint la primera un valor aproximat al 90 % de la segona. Es considerarà una pressió de tarat de 3,5 bar, per tant la pressió màxima de treball serà de 3,15 bar.

$$P_{\max \text{ abs.}} = P_{\max \text{ rel.}} + P_{\text{atm.}} = 3,15 + 1 = 4,15 \text{ bar}$$

### Resultats dels càlculs:



La taula següent mostra els resultats obtinguts mitjançant els càlculs descrits anteriorment.

Circuit intern	Secció [mm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	V tram [dm <sup>3</sup> ]	f(t)	Ce teòric	Cp	V vas expansió [dm <sup>3</sup> ]	
Tram 1 (impulsió)	2025,80	10,13	20,51	1008,79	0,0087	2,52	0,45	
Tram 2 (impulsió)	2025,80	22,13	44,82	1008,79	0,0087	2,52	0,98	
Tram 3 (impulsió)	506,45	22,13	11,21	1008,79	0,0087	2,52	0,25	
Tram 3 (retorn)	506,45	22,13	11,21	1008,79	0,0087	2,52	0,25	
Tram 2 (retorn)	2025,80	22,13	44,82	1008,79	0,0087	2,52	0,98	
Tram 1 (retorn)	2025,80	10,13	20,51	1008,79	0,0087	2,52	0,45	
							V total [dm <sup>3</sup> ]	3,36

*Taula A.63. Volum vas d'expansió circuit intern*

Circuit intern	Secció [mm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	V tram [dm <sup>3</sup> ]	f(t)	Ce teòric	Cp	V vas expansió [dm <sup>3</sup> ]	
pou-bomba	3165,32	94,97	300,62	1002,15	0,0022	2,52	1,63	
bomba-pou	3165,32	91,12	288,43	1002,15	0,0022	2,52	1,56	
							V total [dm <sup>3</sup> ]	3,19

*Taula A.64. Volum vas d'expansió circuit extern*

El vas d'expansió que regula els dos circuits tindrà un volum mínim total de 6,55 dm<sup>3</sup>, resultant de la suma del circuits hidràulics intern i l'extern.

### Canonada d'expansió

Per tal de dissenyar els vasos d'expansió corresponents als dos circuits hidràulics s'haurà de seguir la norma UNE 100.157, la qual detalla el seu càlcul.

Segons aquesta norma el diàmetre de la canonada d'expansió s'ha de calcular de la següent manera:

$$D = 15 + 1,5 \cdot \sqrt{P} \geq 25 \text{ mm} \quad (\text{Eq. A.40})$$

Per tant, s'extreu la següent taula de resultats:

Circuit	P [kW]	D [mm]	D final [mm]
intern	41,50	24,66	25,00
extern	54,00	26,02	26,02

*Taula A.65. Diàmetre canonades d'expansió*



## A.4. Càlculs dels consums elèctrics

### A.4.1. Equips de la instal·lació

A continuació es mostren els càlculs que s'han dut a terme per obtenir els consums elèctrics anuals dels diferents equips que formen part de la instal·lació. També es detallen els càlculs dels consums dels equips que s'empren a la comparació.

#### A.4.1.1. Humidificadors

S'ha calculat la potència que els humidificadors aporten a la sala durant els mesos que aquests funcionen. Les diferents potències es mostren a continuació.

#### Desembre

Potència humidificadors [W]	Hores																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona 1	31	30	29	27	22	12	0	0	0	7	12	11	12	14	15	17	18
Zona 2	191	182	176	162	136	75	0	0	0	42	70	66	76	85	94	101	110
Zona 3	31	30	29	27	22	12	0	0	0	7	12	11	12	14	15	17	18
Zona 4	31	30	29	27	22	12	0	0	0	7	12	11	12	14	15	17	18
Zona 5	191	216	243	296	283	196	0	0	0	258	516	655	688	697	655	640	593
Zona 6	20	24	29	27	22	12	0	0	0	7	12	11	12	14	15	17	18

Taula A.66. Potència consumida pels humidificadors en el mes de Desembre

Desembre	Consum humidificadors [kWh]
Zona 1	0,26
Zona 2	1,57
Zona 3	0,26
Zona 4	0,26
Zona 5	6,13
Zona 6	0,24
Consum diari [kWh]	
8,70	

Taula A.67. Consum diari total i zonificat en el mes de Desembre

Consum total desembre [kWh]	182,79
-----------------------------	--------

Taula A.68. Consum total en el mes de Desembre



## Gener

Potència humidificadors [W]	Hores																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona 1	35	34	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21
Zona 2	214	204	198	183	177	166	154	144	131	116	105	91	97	103	113	119	129
Zona 3	35	34	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21
Zona 4	35	34	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21
Zona 5	214	243	274	335	367	431	495	558	620	715	777	910	880	851	787	758	694
Zona 6	23	27	33	30	29	27	25	24	22	19	17	15	16	17	19	20	21

Taula A.69. Potència consumida pels humidificadors en el mes de Gener

Gener	Consum humidificadors [kWh]
Zona 1	0,40
Zona 2	2,45
Zona 3	0,40
Zona 4	0,40
Zona 5	9,91
Zona 6	0,38
Consum diari [kWh]	
13,95	

Taula A.70. Consum diari total i zonificat en el mes de Gener

Consum total gener [kWh] 306,79

Taula A.71. Consum total en el mes de Gener

## Febrer

Potència humidificadors [W]	Hores																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona 1	32	30	29	14	9	19	0	0	0	13	14	10	11	13	15	17	18
Zona 2	193	184	177	86	55	113	0	0	0	79	85	62	67	77	94	101	111
Zona 3	32	30	29	14	9	19	0	0	0	13	14	10	11	13	15	17	18
Zona 4	32	30	29	14	9	19	0	0	0	13	14	10	11	13	15	17	18
Zona 5	193	218	246	158	114	295	0	0	0	483	627	620	610	634	659	644	596
Zona 6	20	25	29	14	9	19	0	0	0	13	14	10	11	13	15	17	18

Taula A.72. Potència consumida pels humidificadors en el mes de Febrer



Febrer	Consum humidificadors [kWh]
Zona 1	0,24
Zona 2	1,49
Zona 3	0,24
Zona 4	0,24
Zona 5	6,10
Zona 6	0,23
Consum diari [kWh]	
8,54	

Taula A.73. Consum diari total i zonificat en el mes de Febrer

Consum total febrer [kWh]	170,85
---------------------------	--------

Taula A.74. Consum total en el mes de Febrer

## Març

Març	Hores																	
	Potència humidificadors [W]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona 1	21	19	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	7
Zona 2	127	117	108	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	26	36	46
Zona 3	21	19	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	7
Zona 4	21	19	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	7
Zona 5	127	139	150	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	183	226	245
Zona 6	13	16	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	7

Taula A.75. Potència consumida pels humidificadors en el mes de Març

Març	Consum humidificadors [kWh]
Zona 1	0,08
Zona 2	0,47
Zona 3	0,08
Zona 4	0,08
Zona 5	1,11
Zona 6	0,07
Consum diari [kWh]	
1,87	

Taula A.76. Consum diari total i zonificat en el mes de Març





Consum total març [kWh] 39,27

Taula A.77. Consum total en el mes de Març

#### A.4.1.2. Bombes de circulació

· Circuit Extern

Primerament es procedeix al càlcul dels cabals que circularan pel circuit extern i, per tant, que tindrà que impulsar la bomba. Aquests cabals seran proporcionals a la calor que la bomba extreu o cedeix de les aigües freàtiques.

Q [m <sup>3</sup> /h]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Gener	5,98	5,63	5,28	4,93	2,46	1,01	0,27	0,03	0,19	0,78	1,45	1,69	2,21	2,73	3,02	3,32	3,61
Febrer	5,41	5,07	4,73	2,33	0,77	0,69	0,82	0,78	0,16	0,53	1,17	1,15	1,53	2,03	2,53	2,82	3,10
Març	3,57	3,23	2,89	0,09	2,01	2,91	3,15	2,90	2,10	1,06	0,71	1,11	0,55	0,10	0,70	0,99	1,27
Abril	1,67	1,33	0,60	3,15	4,62	5,18	5,26	4,70	3,94	3,17	3,38	3,84	3,33	2,72	1,98	1,33	0,92
Maig	0,36	0,85	3,72	5,73	6,86	7,35	7,12	6,63	5,87	5,58	6,12	6,61	6,14	5,59	4,86	4,11	3,70
Juny	3,63	3,90	6,62	8,19	8,78	10,41	11,21	10,86	10,36	9,96	10,23	10,48	10,14	9,58	8,99	8,23	7,84
Juliol	5,57	5,71	8,01	9,94	10,63	12,26	13,06	12,74	12,21	11,78	12,09	12,30	11,95	11,40	10,79	10,04	9,65
Agost	0,00	0,00	7,84	10,18	11,32	13,06	14,08	13,75	13,19	12,14	11,93	12,51	12,14	11,51	10,85	10,23	9,85
Setembre	4,42	4,59	4,77	8,28	9,98	11,98	13,18	13,13	12,50	11,15	10,52	10,71	10,26	9,55	8,77	8,39	7,99
Octubre	0,11	0,61	1,11	4,46	6,65	6,78	8,58	8,57	7,97	7,11	6,24	6,29	5,74	5,03	4,32	3,90	3,48
Novembre	2,30	1,95	1,60	1,26	1,67	3,68	4,70	5,11	4,80	3,65	3,05	2,72	1,99	1,28	0,87	0,47	0,06
Desembre	5,36	5,02	4,69	4,35	1,90	0,46	0,37	0,76	0,44	0,28	0,96	1,21	1,73	2,23	2,52	2,80	3,08

Taula A.78. Cabals de circulació pel circuit extern

A partir de les dades que s'extreuen del catàleg de la bomba Grundfos SP-14A, es calcula una regressió de la funció potència de la bomba.

Funció Q vs Pot	
Q [m <sup>3</sup> /h]	Pot [kW]
0,00	0,12
2,00	0,14
4,00	0,17
6,00	0,20
8,00	0,23
10,00	0,26
12,00	0,28
14,00	0,30

Taula A.79. Q vs. Potència de la bomba



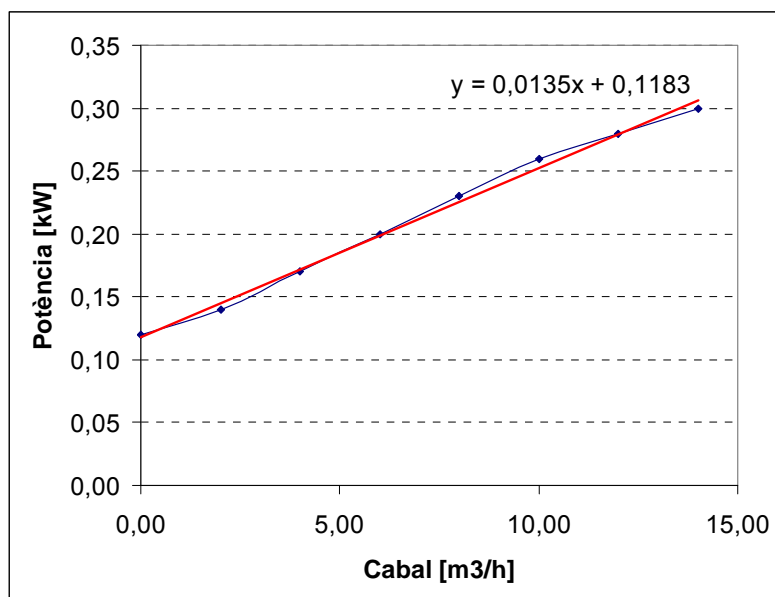


Fig. A.7. Corba cabal vs. Potència de la bomba externa

A partir de la funció, i de la seva regressió, i a partir dels cabals calculats s’obtenen les potències que consumeix la bomba per a cada hora de cada mes. Cal tenir en compte que el model de bomba i, per tant, la potència demandada per aquesta, estan marcats per la pèrdua de càrrega a vèncer, 26.14 mca.

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Gener	0,20	0,19	0,19	0,18	0,15	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17
Febrer	0,19	0,19	0,18	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
Març	0,17	0,16	0,16	0,12	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14
Abril	0,14	0,14	0,13	0,16	0,18	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	0,14	0,14	0,13
Maig	0,12	0,13	0,17	0,20	0,21	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,20	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17
Juny	0,17	0,17	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22
Juliol	0,19	0,20	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25
Agost	0,12	0,12	0,22	0,26	0,27	0,29	0,31	0,30	0,30	0,28	0,28	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25
Setembre	0,18	0,18	0,18	0,23	0,25	0,28	0,30	0,30	0,29	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23
Octubre	0,12	0,13	0,13	0,18	0,21	0,21	0,23	0,23	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17
Novembre	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,17	0,18	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12
Desembre	0,19	0,19	0,18	0,18	0,14	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16

Taula A.80. Taula de potències consumides per la bomba de circulació externa

A continuació s’obtenen els kWh consumits per mes i per any. La potència consumida durant una hora determinada es multiplica per 1 i s’obté el consum en kWh durant aquella hora.

Per obtenir el consum diari es sumen els consums horaris. Un cop sumats, el resultat es multiplica pel número de dies laborals que té aquell mes i s’obté el consum mensual. La suma de consums mensual donarà com a resultat el total.



Mes	Consum diari [kWh]	Consum mensual [kWh]
Gener	2,61	57,49
Febrer	2,49	49,83
Març	2,41	52,96
Abril	2,70	56,72
Maig	3,19	70,14
Juny	4,03	84,59
Juliol	4,44	97,75
Agost	4,37	96,09
Setembre	4,17	87,64
Octubre	3,18	70,07
Novembre	2,57	53,90
Desembre	2,53	55,58
kWh anuals		
832,78		

Taula A.81. Taula del consum total anual de la bomba de circulació

· Circuit intern

Anàlogament al càlcul efectuat a l'apartat anterior es procedeix a calcular els cabals que circularan pel circuit interior. Aquests cabals seran proporcionals a la necessitat tèrmica de la sala.

Q [m <sup>3</sup> /h]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Gener	5,98	5,63	5,28	4,93	2,46	1,01	0,27	0,03	0,19	0,78	1,45	1,69	2,21	2,73	3,02	3,32	3,61
Febrer	5,41	5,07	4,73	2,33	0,77	0,69	0,82	0,78	0,16	0,53	1,17	1,15	1,53	2,03	2,53	2,82	3,10
Març	3,57	3,23	2,89	0,09	2,01	2,91	3,15	2,90	2,10	1,06	0,71	1,11	0,55	0,10	0,70	0,99	1,27
Abril	1,67	1,33	0,60	3,15	4,62	5,18	5,26	4,70	3,94	3,17	3,38	3,84	3,33	2,72	1,98	1,33	0,92
Maig	0,36	0,85	3,72	5,73	6,86	7,35	7,12	6,63	5,87	5,58	6,12	6,61	6,14	5,59	4,86	4,11	3,70
Juny	3,63	3,90	6,62	8,19	8,78	10,41	11,21	10,86	10,36	9,96	10,23	10,48	10,14	9,58	8,99	8,23	7,84
Juliol	5,57	5,71	8,01	9,94	10,63	12,26	13,06	12,74	12,21	11,78	12,09	12,30	11,95	11,40	10,79	10,04	9,65
Agost	0,00	0,00	7,84	10,18	11,32	13,06	14,08	13,75	13,19	12,14	11,93	12,51	12,14	11,51	10,85	10,23	9,85
Setembre	4,42	4,59	4,77	8,28	9,98	11,98	13,18	13,13	12,50	11,15	10,52	10,71	10,26	9,55	8,77	8,39	7,99
Octubre	0,11	0,61	1,11	4,46	6,65	6,78	8,58	8,57	7,97	7,11	6,24	6,29	5,74	5,03	4,32	3,90	3,48
Novembre	2,30	1,95	1,60	1,26	1,67	3,68	4,70	5,11	4,80	3,65	3,05	2,72	1,99	1,28	0,87	0,47	0,06
Desembre	5,36	5,02	4,69	4,35	1,90	0,46	0,37	0,76	0,44	0,28	0,96	1,21	1,73	2,23	2,52	2,80	3,08

Taula A.82. Taula de cabals que circulen pel circuit hidràulic intern

A través de la informació del catàleg de la bomba Grundfos MAGNA 40-120, es calcula la potència que consumeix la bomba a partir del cabal que impulsa i tenint en compte que, en aquest cas la pèrdua de càrrega a superar és de 7,147 mca. Aquesta pèrdua de càrrega és deguda a la pèrdua d'energia de la pròpia circulació i a l'alçada a la que s'ha d'impulsar l'aigua perquè arribi als climatitzadors.



Funció Q vs Pot	
Q [m <sup>3</sup> /h]	Pot [kW]
12,00	0,40
10,00	0,31
8,00	0,24
6,00	0,18
4,00	0,11
2,00	0,08
0,00	0,08

Taula A.83. Q vs. Potència de la bomba

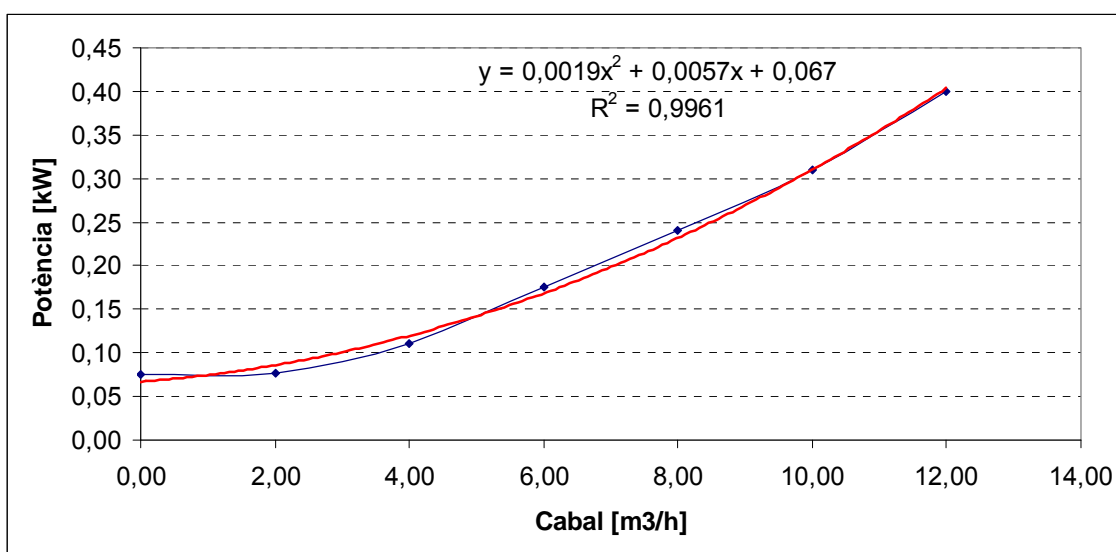


Fig. A.8. Corba cabal vs. Potència de la bomba

A partir de la taula de cabals i de la gràfica s'extreuen els resultats següents:



Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Gener	0,17	0,16	0,15	0,14	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11
Febrer	0,15	0,14	0,14	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10
Març	0,11	0,11	0,10	0,07	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Abril	0,08	0,08	0,07	0,10	0,13	0,15	0,15	0,14	0,12	0,10	0,11	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07
Maig	0,07	0,07	0,11	0,16	0,20	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,17	0,19	0,17	0,16	0,14	0,12	0,11
Juny	0,11	0,12	0,19	0,24	0,26	0,33	0,37	0,35	0,33	0,31	0,32	0,34	0,32	0,30	0,27	0,24	0,23
Juliol	0,16	0,16	0,23	0,31	0,34	0,42	0,47	0,45	0,42	0,40	0,41	0,42	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
Agost	0,07	0,07	0,23	0,32	0,37	0,47	0,52	0,50	0,47	0,42	0,41	0,44	0,42	0,38	0,35	0,32	0,31
Setembre	0,13	0,13	0,14	0,24	0,31	0,41	0,47	0,47	0,43	0,37	0,34	0,35	0,33	0,29	0,26	0,25	0,23
Octubre	0,07	0,07	0,08	0,13	0,19	0,19	0,26	0,26	0,23	0,20	0,18	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
Novembre	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,11	0,14	0,15	0,14	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07
Desembre	0,15	0,14	0,14	0,13	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10

Taula A.84. Potències consumides per la bomba de circulació interna

El consum anual de la bomba serà de:

Mes	Consum diari [kWh]	Consum mensual [kWh]
Gener	1,73	38,09
Febrer	1,57	31,34
Març	1,44	31,79
Abril	1,79	37,60
Maig	2,61	57,44
Juny	4,64	97,43
Juliol	5,95	130,92
Agost	6,07	133,50
Setembre	5,16	108,30
Octubre	2,69	59,18
Novembre	1,63	34,33
Desembre	1,61	35,43
kWh anuals		
795,35		

Taula A.85. Consum total anual de la bomba de circulació interna

#### A.4.1.3. Extractors

La potència elèctrica consumida pels extractors dependrà del cabal d'aire amb el que treballin. Com aquests cabals són constants per a totes les zones, les potències consumides també ho seran al llarg de tot l'any.

Zona	Qv [m³/h]	Pot. Consumida [kW]	Hores diàries de treball [h]	Dies laborals a l'any [d]	Consum anual [kWh]	Consum anual total [kWh]
Zona1	35,64	0,002	2x8	258	9,77	157,90
Zona2	216,71	0,014			59,41	
Zona3	35,64	0,002			9,77	
Zona4	35,64	0,002			9,77	
Zona5	216,71	0,014			59,41	
Zona6	35,64	0,002			9,77	

Taula A.86. Taula de càlculs del consum anual dels extractors



El model d'extractor és HCM-N de la casa Soler&Palau. El catàleg està inclòs a l'annex C.4.3.

#### A.4.1.4. Ventilador del climatitzador

El ventilador del climatitzador es troba dirigit pel control de la instal·lació. Aquest fa variar la velocitat del motor mitjançant un variador de freqüència. Per tant, la potència variarà segons la recta següent, tenint en compte que el par del motor es manté constant:

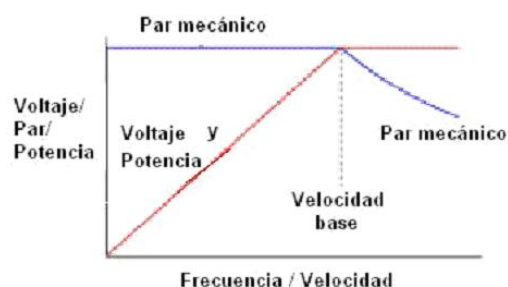


Fig. A.9. Corba de variació de la potència al variar la velocitat d'un ventilador

Per tant, primerament, es calculen els cabals d'impulsió per cada hora de cada zona i mes.

Gener:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Zona2	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,00
Zona3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Zona5	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	0,13	0,25	0,26	0,15	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Zona6	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

Taula A.87. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Gener

Febrer:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Zona2	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
Zona3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Zona5	1,63	1,63	1,63	1,63	0,14	0,14	0,41	0,34	0,18	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Zona6	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,02	0,01	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

Taula A.88. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Febrer



Març:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Zona2	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
Zona3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,00	0,01	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,01	0,04	0,05	0,03	0,32	0,32	0,32	0,32
Zona5	1,63	1,63	1,63	0,12	0,45	0,59	0,61	0,52	0,32	0,09	1,63	0,01	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Zona6	0,38	0,38	0,38	0,38	0,07	0,08	0,08	0,06	0,03	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

Taula A.89. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Març

Abril:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
Zona2	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18
Zona3	0,15	0,15	0,02	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,02	0,06	0,09	0,10	0,09	0,06	0,02	0,32	0,32
Zona5	1,63	1,63	0,06	0,43	0,66	0,75	0,76	0,62	0,44	0,25	0,23	0,27	0,22	0,16	0,10	0,04	0,01
Zona6	0,38	0,38	0,00	0,10	0,14	0,14	0,13	0,10	0,06	0,03	0,03	0,04	0,02	0,01	0,38	0,38	0,38

Taula A.90. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Abril

Maig:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04
Zona2	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28	0,27
Zona3	0,00	0,01	0,07	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07	0,10	0,13	0,15	0,14	0,11	0,08	0,04	0,03
Zona5	1,63	1,63	0,35	0,63	0,81	0,89	0,85	0,74	0,56	0,45	0,49	0,53	0,49	0,44	0,37	0,30	0,26
Zona6	0,38	0,38	0,10	0,17	0,19	0,19	0,16	0,14	0,10	0,08	0,09	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04	0,03

Taula A.91. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Maig

Juny:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14
Zona2	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33
Zona3	0,03	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
Zona4	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,09	0,12	0,13	0,17	0,20	0,23	0,26	0,27	0,25	0,22	0,18	0,17
Zona5	0,32	0,34	0,66	0,90	1,00	1,26	1,32	1,24	1,12	1,00	1,02	0,98	0,91	0,83	0,77	0,70	0,66
Zona6	0,04	0,04	0,19	0,25	0,26	0,28	0,31	0,28	0,24	0,21	0,20	0,20	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13

Taula A.92. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Juny



Juliol:

qi [m³/s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18
Zona2	0,33	0,34	0,35	0,37	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,47	0,46	0,44	0,43	0,42
Zona3	0,07	0,07	0,13	0,14	0,13	0,13	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
Zona4	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,13	0,16	0,17	0,21	0,24	0,27	0,30	0,30	0,29	0,26	0,22	0,21
Zona5	0,44	0,45	0,76	1,00	1,13	1,36	1,42	1,35	1,22	1,10	1,12	1,08	1,01	0,94	0,87	0,80	0,77
Zona6	0,07	0,07	0,14	0,27	0,29	0,32	0,35	0,32	0,29	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17

Taula A.93. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Juliol

Agost:

qi [m³/s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,00	0,00	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,19	0,19	0,18	0,18
Zona2	0,00	0,00	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,45	0,47	0,49	0,48	0,47	0,46	0,44	0,43
Zona3	0,00	0,00	0,11	0,13	0,12	0,12	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12
Zona4	0,00	0,00	0,08	0,09	0,09	0,13	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,32	0,29	0,26	0,22	0,22
Zona5	0,00	0,00	0,73	1,08	1,28	1,54	1,63	1,54	1,39	1,16	1,08	1,09	1,01	0,93	0,87	0,81	0,78
Zona6	0,00	0,00	0,17	0,26	0,29	0,33	0,38	0,35	0,31	0,25	0,23	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17

Taula A.94. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Agost

Setembre:

qi [m³/s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17	0,16	0,16
Zona2	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,36
Zona3	0,04	0,05	0,05	0,08	0,08	0,09	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
Zona4	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,12	0,15	0,20	0,24	0,26	0,28	0,28	0,25	0,20	0,19	0,18
Zona5	0,35	0,36	0,37	0,91	1,19	1,49	1,59	1,54	1,38	1,10	0,97	0,92	0,84	0,75	0,68	0,65	0,61
Zona6	0,03	0,03	0,05	0,20	0,26	0,30	0,36	0,34	0,30	0,24	0,19	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13

Taula A.95. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Setembre

Octubre:

qi [m³/s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04
Zona2	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,26
Zona3	0,15	0,15	0,01	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,00	0,01	0,03	0,07	0,10	0,13	0,15	0,14	0,14	0,10	0,05	0,04	0,03
Zona5	1,63	1,63	0,02	0,53	0,86	0,86	1,13	1,07	0,91	0,70	0,51	0,50	0,43	0,37	0,32	0,28	0,24
Zona6	0,38	0,38	0,38	0,09	0,16	0,15	0,21	0,20	0,17	0,13	0,09	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03

Taula A.96. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Octubre





Novembre:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,19
Zona2	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15
Zona3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,15
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,03	0,05	0,07	0,07	0,04	0,32	0,32	0,32	0,32
Zona5	1,63	1,63	1,63	1,63	0,30	0,60	0,73	0,74	0,63	0,41	0,24	0,16	0,09	0,04	0,00	1,63	1,63
Zona6	0,38	0,38	0,38	0,38	0,02	0,08	0,11	0,12	0,10	0,05	0,02	0,01	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

Taula A.97. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Novembre

Desembre:

qi [m <sup>3</sup> /s]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Zona2	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,00	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Zona3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Zona4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Zona5	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	0,20	0,33	0,34	0,23	0,04	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Zona6	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,01	0,01	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

Taula A.98. Taula de cabals per cada zona i hora en el mes de Desembre

Els ventiladors escollits per cada zona, tots de la casa Soler&Palau, i les seves característiques són:

Zona	Ventilador	Potència màx. [kW]	Q màx. [m <sup>3</sup> /s]
Zona1	ILB6-225	0,200	0,30
Zona2	ILB6-285	0,660	0,74
Zona3	ILB6-225	0,200	0,30
Zona4	ILB6-285	0,660	0,74
Zona5	ILT6-400	3,000	2,06
Zona6	ILB6-285	0,660	0,74

Taula A.99. Taula de característiques tècniques dels ventiladors de cada zona

Finalment, tenint en compte que amb el variador de freqüència la potència del ventilador varia proporcionalment a la velocitat d'aquest, i que, el cabal impulsat varia també proporcionalment respecte a aquesta velocitat, la potència calculada per cada mes a cada zona i hora és la següent:



Gener:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Zona2	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
Zona3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Zona5	2,38	2,38	2,38	2,38	0,21	0,21	0,59	0,50	0,26	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
Zona6	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,02	0,01	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Taula A.100. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Gener

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	2,13	42,68
Zona2	3,36	67,23
Zona3	1,72	34,41
Zona4	4,83	96,61
Zona5	32,05	641,08
Zona6	5,76	115,26
Consum total mensual [kWh]		997,28

Taula A.101. Consum dels ventiladors en el mes de Gener

Febrer:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Zona2	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
Zona3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Zona5	2,38	2,38	2,38	2,38	0,21	0,21	0,59	0,50	0,26	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
Zona6	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,02	0,01	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Taula A.102. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Febrer

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	2,13	42,68
Zona2	3,06	61,14
Zona3	1,72	34,41
Zona4	4,83	96,61
Zona5	30,29	605,76
Zona6	5,12	102,31
Consum total mensual [kWh]		942,91

Taula A.103. Consum dels ventiladors en el mes de Febrer



Març:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Zona2	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09
Zona3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,01	0,03	0,04	0,03	0,28	0,28	0,28	0,28
Zona5	2,38	2,38	2,38	0,18	0,65	0,87	0,89	0,76	0,47	0,13	2,38	0,01	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
Zona6	0,34	0,34	0,34	0,34	0,06	0,07	0,07	0,06	0,02	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Taula A.104. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Març

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	2,13	42,68
Zona2	1,37	27,38
Zona3	1,52	30,46
Zona4	3,81	76,22
Zona5	25,35	506,91
Zona6	4,35	87,02
Consum total mensual [kWh]		770,66

Taula A.105. Consum dels ventiladors en el mes de Març

Abril:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
Zona2	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16
Zona3	0,10	0,10	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,02	0,05	0,08	0,09	0,08	0,05	0,02	0,28	0,28
Zona5	2,38	2,38	0,09	0,63	0,97	1,10	1,11	0,91	0,64	0,36	0,34	0,39	0,32	0,24	0,14	0,06	0,01
Zona6	0,34	0,34	0,00	0,09	0,12	0,12	0,11	0,09	0,06	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,34	0,34	0,34

Taula A.106. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Abril

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	0,88	17,64
Zona2	2,67	53,39
Zona3	0,46	9,19
Zona4	3,22	64,48
Zona5	12,05	240,91
Zona6	2,40	48,08
Consum total mensual [kWh]		433,69

Taula A.107. Consum dels ventiladors en el mes de Abril



Maig:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
Zona2	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24
Zona3	0,00	0,01	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09	0,12	0,13	0,12	0,10	0,07	0,04	0,03
Zona5	2,38	2,38	0,51	0,92	1,18	1,30	1,24	1,08	0,81	0,66	0,72	0,77	0,71	0,64	0,54	0,44	0,38
Zona6	0,34	0,34	0,09	0,15	0,17	0,17	0,15	0,12	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03

Taula A.108. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Maig

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	0,58	11,64
Zona2	4,04	80,90
Zona3	0,66	13,23
Zona4	1,99	39,80
Zona5	16,63	332,66
Zona6	2,15	42,90
<b>Consum total mensual [kWh]</b>		
		521,13

Taula A.109. Consum dels ventiladors en el mes de Maig

Juny:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09
Zona2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,29
Zona3	0,02	0,02	0,06	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Zona4	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,23	0,24	0,22	0,20	0,16	0,16
Zona5	0,46	0,50	0,96	1,31	1,46	1,83	1,92	1,81	1,63	1,46	1,48	1,43	1,32	1,22	1,12	1,02	0,97
Zona6	0,03	0,03	0,17	0,22	0,23	0,25	0,28	0,25	0,22	0,19	0,18	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12

Taula A.110. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Juny

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	0,92	18,39
Zona2	4,91	98,14
Zona3	1,01	20,24
Zona4	2,26	45,20
Zona5	21,93	438,51
Zona6	2,93	58,61
<b>Consum total mensual [kWh]</b>		
		679,09

Taula A.111. Consum dels ventiladors en el mes de Juny



Juliol:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Zona2	0,30	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38
Zona3	0,04	0,04	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
Zona4	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,12	0,14	0,16	0,18	0,22	0,24	0,27	0,27	0,26	0,23	0,20	0,19
Zona5	0,64	0,65	1,11	1,46	1,64	1,98	2,07	1,96	1,78	1,61	1,63	1,58	1,47	1,37	1,27	1,17	1,12
Zona6	0,06	0,07	0,13	0,24	0,26	0,29	0,32	0,29	0,26	0,22	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15

Taula A.112. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Juliol

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	1,35	27,01
Zona2	6,32	126,36
Zona3	1,43	28,55
Zona4	2,85	57,08
Zona5	24,53	490,58
Zona6	3,42	68,43
Consum total mensual [kWh]		798,00

Taula A.113. Consum dels ventiladors en el mes de Juliol

Agost:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,11	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12
Zona2	0,00	0,00	0,31	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39
Zona3	0,00	0,00	0,07	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
Zona4	0,00	0,00	0,07	0,08	0,08	0,12	0,14	0,16	0,20	0,23	0,25	0,28	0,28	0,26	0,23	0,20	0,19
Zona5	0,00	0,00	1,07	1,58	1,87	2,25	2,38	2,24	2,03	1,69	1,57	1,59	1,48	1,36	1,26	1,19	1,14
Zona6	0,00	0,00	0,16	0,24	0,26	0,30	0,34	0,31	0,28	0,23	0,21	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15

Taula A.114. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Agost

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	1,25	24,99
Zona2	5,73	114,62
Zona3	1,33	26,63
Zona4	2,77	55,44
Zona5	24,70	494,06
Zona6	3,39	67,86
Consum total mensual [kWh]		783,60

Taula A.115. Consum dels ventiladors en el mes de Agost



Setembre:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10
Zona2	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33
Zona3	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
Zona4	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,09	0,11	0,14	0,18	0,21	0,23	0,26	0,26	0,23	0,18	0,17	0,16
Zona5	0,52	0,53	0,54	1,33	1,73	2,18	2,32	2,25	2,02	1,61	1,41	1,35	1,23	1,10	1,00	0,95	0,89
Zona6	0,03	0,03	0,05	0,18	0,23	0,27	0,32	0,31	0,27	0,21	0,17	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11

Taula A.116. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Setembre

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	1,11	22,27
Zona2	5,55	111,05
Zona3	1,08	21,67
Zona4	2,43	48,53
Zona5	22,95	458,97
Zona6	2,92	58,33
Consum total mensual [kWh]		720,82

Taula A.117. Consum dels ventiladors en el mes de Setembre

Octubre:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
Zona2	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24
Zona3	0,10	0,10	0,00	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,00	0,01	0,03	0,06	0,09	0,12	0,14	0,13	0,12	0,09	0,04	0,03	0,02
Zona5	2,38	2,38	0,03	0,77	1,26	1,26	1,65	1,56	1,32	1,02	0,74	0,72	0,63	0,54	0,47	0,41	0,36
Zona6	0,34	0,34	0,34	0,08	0,15	0,14	0,19	0,18	0,15	0,12	0,08	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02

Taula A.118. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Octubre

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	0,55	11,02
Zona2	3,94	78,82
Zona3	0,68	13,51
Zona4	2,02	40,43
Zona5	17,51	350,13
Zona6	2,42	48,36
Consum total mensual [kWh]		542,28

Taula A.119. Consum dels ventiladors en el mes de Octubre



Novembre:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,13
Zona2	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
Zona3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,03	0,04	0,06	0,07	0,04	0,28	0,28	0,28	0,28
Zona5	2,38	2,38	2,38	2,38	0,43	0,88	1,06	1,08	0,92	0,60	0,35	0,23	0,13	0,06	0,00	2,38	2,38
Zona6	0,34	0,34	0,34	0,34	0,01	0,07	0,10	0,10	0,09	0,05	0,02	0,01	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Taula A.120. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Novembre

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	1,19	23,70
Zona2	2,23	44,63
Zona3	0,89	17,82
Zona4	3,65	73,01
Zona5	20,02	400,35
Zona6	3,50	70,06
Consum total mensual [kWh]		629,57

Taula A.121. Consum dels ventiladors en el mes de Novembre

Desembre:

Potència [kW]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zona1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Zona2	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Zona3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Zona4	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Zona5	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	0,30	0,48	0,50	0,33	0,05	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
Zona6	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,01	0,01	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Taula A.122. Taula de potències consumides per hora i zona en el mes de Desembre

Zona	kWh/dia	kWh/mes
Zona1	2,13	42,68
Zona2	2,96	59,25
Zona3	1,72	34,41
Zona4	4,83	96,61
Zona5	30,18	603,66
Zona6	5,10	102,09
Consum total mensual [kWh]		938,69

Taula A.123. Consum dels ventiladors en el mes de Desembre



Taula resum dels consums mensuals, amb la inclusió del consum anual.

Mes	Consum total mensual [kWh]	Consum total anual [kWh]
Gener	997,28	8757,72
Febrer	942,91	
Març	770,66	
Abril	433,69	
Maig	521,13	
Juny	679,09	
Juliol	798,00	
Agost	783,60	
Setembre	720,82	
Octubre	542,28	
Novembre	629,57	
Desembre	938,69	

Taula A.124. Consum anual dels ventiladors

#### A.4.2. Consum de les bombes de calor

##### A.4.2.1. Consum de la bomba de calor aigua-aigua

Es coneix el coeficient d'eficiència energètica de la bomba de calor aigua-aigua, EER, el qual és de 5,86. Aquest coeficient significa que per cada 5,86 kWh obtinguts, es consumeix un kWh elèctric. Per tant, si es divideix la necessitat tèrmica de cada mes a cada hora pel coeficient EER, s'obté el consum horari de la bomba.

Consums [kWh]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Gener	4,17	3,93	3,68	3,44	1,72	0,71	0,19	0,02	0,13	0,54	1,01	1,18	1,54	1,90	2,11	2,31	2,52
Febrer	3,77	3,53	3,30	1,62	0,53	0,48	0,41	0,39	0,08	0,37	0,82	0,80	1,07	1,42	1,76	1,96	2,16
Març	2,49	2,25	2,02	0,06	1,01	1,46	1,58	1,46	1,06	0,53	0,36	0,56	0,28	0,07	0,49	0,69	0,89
Abril	1,17	0,93	0,30	1,58	2,32	2,60	2,65	2,36	1,98	1,59	1,70	1,93	1,67	1,37	0,99	0,67	0,46
Maig	0,18	0,43	1,87	2,88	3,45	3,69	3,58	3,33	2,95	2,81	3,08	3,33	3,09	2,81	2,44	2,07	1,86
Juny	1,82	1,96	3,33	4,12	4,42	5,24	5,64	5,46	5,21	5,01	5,15	5,27	5,10	4,82	4,52	4,14	3,94
Juliol	2,80	2,87	4,03	5,00	5,35	6,17	6,57	6,41	6,14	5,93	6,08	6,19	6,01	5,73	5,43	5,05	4,85
Agost	0,00	0,00	3,94	5,12	5,69	6,57	7,08	6,91	6,63	6,11	6,00	6,29	6,11	5,79	5,46	5,15	4,95
Setembre	2,22	2,31	2,40	4,17	5,02	6,02	6,63	6,60	6,28	5,61	5,29	5,39	5,16	4,80	4,41	4,22	4,02
Octubre	0,06	0,31	0,56	2,25	3,35	3,41	4,32	4,31	4,01	3,57	3,14	3,16	2,89	2,53	2,17	1,96	1,75
Novembre	1,60	1,36	1,12	0,88	0,84	1,85	2,36	2,57	2,41	1,84	1,53	1,37	1,00	0,64	0,44	0,24	0,03
Desembre	3,74	3,50	3,27	3,03	1,32	0,32	0,19	0,38	0,22	0,20	0,67	0,85	1,20	1,56	1,76	1,95	2,15

Taula A.125. Consums elèctrics horaris de la bomba de calor aigua-aigua





Mes	Consum diari [kWh]	Dies laborals per mes	Consum mensual [kWh]
Gener	31,10	22	684,30
Febrer	24,49	20	489,70
Març	17,25	22	379,50
Abril	26,29	21	552,07
Maiq	43,85	22	964,69
Juny	75,14	21	1577,99
Juliol	90,61	22	1993,37
Agost	87,80	22	1931,56
Setembre	80,54	21	1691,40
Octubre	43,73	22	961,97
Novembre	22,08	21	463,74
Desembre	26,31	22	578,88
Consum total anual [kWh]			12269,16

Taula A.126. Consum anual de la bomba de calor aigua-aigua

#### A.4.2.2. Consum de la bomba de calor aire-aigua

Anàlogament, es calcula el consum de la bomba aire-aigua que s'escull per realitzar la comparació. En aquest cas el coeficient d'eficiència energètica és de 4,2.

Consums [kWh]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Enero	5,80	5,46	5,12	4,78	2,39	0,98	0,27	0,02	0,19	0,76	1,41	1,63	2,14	2,65	2,93	3,22	3,50
Febrero	5,24	4,91	4,58	2,25	0,74	0,67	0,57	0,55	0,11	0,51	1,13	1,11	1,48	1,97	2,45	2,73	3,01
Marzo	3,46	3,13	2,80	0,08	1,41	2,04	2,20	2,03	1,47	0,74	0,49	0,78	0,39	0,09	0,68	0,96	1,24
Abril	1,62	1,29	0,42	2,20	3,23	3,62	3,68	3,29	2,76	2,22	2,37	2,68	2,33	1,90	1,38	0,93	0,64
Mayo	0,25	0,60	2,60	4,00	4,79	5,13	4,98	4,63	4,10	3,90	4,28	4,62	4,29	3,91	3,40	2,88	2,59
Junio	2,53	2,72	4,63	5,73	6,14	7,28	7,84	7,59	7,24	6,97	7,15	7,33	7,09	6,70	6,28	5,75	5,48
Julio	3,90	3,99	5,60	6,95	7,43	8,57	9,13	8,91	8,54	8,24	8,45	8,60	8,36	7,97	7,54	7,02	6,75
Agosto	0,00	0,00	5,48	7,11	7,91	9,13	9,84	9,61	9,22	8,49	8,34	8,75	8,49	8,05	7,59	7,15	6,89
Septiembre	3,09	3,21	3,33	5,79	6,98	8,37	9,21	9,18	8,74	7,79	7,36	7,49	7,17	6,67	6,13	5,86	5,59
Octubre	0,08	0,43	0,78	3,12	4,65	4,74	6,00	5,99	5,57	4,97	4,36	4,40	4,01	3,51	3,02	2,72	2,43
Noviembre	2,23	1,89	1,56	1,22	1,17	2,57	3,28	3,57	3,36	2,55	2,13	1,90	1,39	0,89	0,61	0,33	0,04
Diciembre	5,20	4,87	4,54	4,22	1,84	0,45	0,26	0,53	0,31	0,27	0,93	1,18	1,67	2,17	2,44	2,71	2,99

Taula A.127. Consums elèctrics horaris de la bomba de calor aigua-aigua

Mes	Consum diari [kWh]	Dies laborals per mes	Consum mensual [kWh]
Enero	43,24	22	951,23
Febrero	34,04	20	680,72
Marzo	23,98	22	527,53
Abril	36,54	21	767,41
Mayo	60,95	22	1340,99
Junio	104,45	21	2193,52
Julio	125,95	22	2770,92
Agosto	122,05	22	2685,01
Septiembre	111,96	21	2351,17
Octubre	60,78	22	1337,20
Noviembre	30,70	21	644,63
Diciembre	36,58	22	804,68
Consum total anual [kWh]			17055,01

Taula A.128. Consum anual de la bomba de calor aigua-aigua



